Digitized by Google

R. BIBL. NAZ.
Vitt. Emanuele III.
Racc.
Palatino
A
107
NAPOLI

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERE PRIME E SECONDE

DI

GIUSTO LIEBIG

SULLA CHIMICA

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERE PRIME E SECONDE

DI

GIUSTO LIEBIG

SULLA CHIMICA

E SUE APPLICAZIONI

ALL' AGRICOLTURA, ALLA FISIOLOGIA, ALLA PATOLOGIA,
ALL' IGIENE ED ALLE INDUSTRIE

NUOVA EDIZIONE

CONDOTTA SULL' ORIGINALE TEDESCO

DEL DOTT. EMILIO LEONE

ED ANNOTATE

DAL PROF. F. SELMI

BIBLIOTECA NAZIONALE "V. E. III" NAPOLI

TORINO
TIP. SCOLASTICA DI SEBASTIANO FRANCO E FIGLI E COMP
1857.

Digitized by Google

Digitized by Google

GLI EDITORI

Le Lettere chimiche di G. Liebig sono annoverate fra le più importanti pubblicazioni di questi ultimi anni, sia dal lato della scienza nuova e profonda che interessa il dotto, quanto dal lato della perspicuità del metodo e della esposizione che adegua le più ardue importanti quistioni della scienza alla intelligenza popolare.

La collezione che offriamo noi di queste Lettere è la più compiuta di quante ne furono sino ad ora pubblicate sì nell'edizione originale tedesca, che nelle traduzioni francesi, inglesi, ed italiane. Oltre le 31 lettere stampate nella *Gazzetta d'Augusta* (che in nessuna edizione sono state fino ad ora raccolte interamente) la nostra edizione ne contiene altre parecchie non ancora

comparse nemmeno nella *Gazzetta d'Augusta*: e queste sono quelle che Liebig ha dedicate al celebre chimico Dumas.

Alle *Lettere* abbiamo creduto opportuno di aggiungere il *Discorso* pronunciato da Liebig in occasione che aperse il Corso di Chimica sperimentale nella Università di Monaco e che ha una immediata connessione colle lettere che pubblichiamo.

La traduzione fu condotta con tutta quella accuratezza che era pur necessaria per tradurre in una perspicua frase italiana i concetti bene spesso astrusi della lingua originale.

I lettori sapranno poi anche giustamente apprezzare il valore che alla nostra edizione acquistano le annotazioni del prof. Francesco Selmi, nome chiaro nella storia dei progressi delle scienze naturali e particolarmente della Chimica.

Google

LETTERE PRIME

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA PRIMA

Influenza delle scienze naturali sul commercio e sull' industria. — Conseguenza della scoperta dell' Ossigene. — Metodi d' investigazione degli astronomi e dei fisici. — Metodo dei chimici. — Analisi chimica. — Chimica applicata. — Influenza della chimica nelle investigazioni che hanno per oggetto i fenomeni della vita.

Così spesso parlasi di Chimica nelle opere moderne, che non riuscirà discaro che io esponga un più preciso concetto dell'influsso che questa scienza esercita sulle arti e sull' industria, e de' suoi rapporti coll' agricoltura, la fisiologia e la medicina. Possa io in questa prima lettera riuscire a convincere sempre più che la chimica, considerata in se stessa come scienza, offre uno de' più potenti mezzi per condurre l' intelletto ad un più alto grado di coltura; che lo studio di essa è utile, non solo perchè fa progredire l'uomo in ordine a' suoi interessi materiali, ma perchè inoltre essa getta una viva luce che ci rischiara le maraviglie della creazione; maraviglie che gli stanno ad imme-

Digitized by Google

diato contatto, ed alle quali trovansi intimamente collegate le condizioni della nostra esistenza e del nostro sviluppo.

Le quistioni, che si riferiscono alle cause dei fenomeni naturali ed alle mutazioni che succedono ogni giorno in tutti gli oggetti onde siamo circondati, sono così conformi ai bisogni dell'umano intelletto, che le scienze, le quali a tali questioni rispondono in modo più soddisfacente, esercitano sui progressi dell'uomo un'influenza maggiore che non tutte le altre scienze.

La Chimica, come parte della scienza che ha per oggetto lo studio della natura, è strettamente collegata alla fisica, e questa ha intimi rapporti coll'astronomia e colle scienze matematiche.

L'osservazione diretta della natura fu la base di tutte le scienze naturali, le quali non si costituirono che a poco a poco, pel successivo coordinamento dei fatti conosciuti per mezzo dell'esperienza. I rapporti della luce colla terra, le rivoluzioni degli astri, lo alternarsi dei giorni e delle notti, lo avvicendarsi delle stagioni, la diversità delle temperature nelle varie zone della terra condussero all'astronomia.

Di mano in mano che la mente umana progredisce nella conoscenza delle cose, qualunque sia la sorgente ond'essa attinge, le sue facoltà si rinvigoriscono e si estendono in tutte le direzioni. La conoscenza esatta dei rapporti che esistono fra parecchi fenomeni, l'acquisto di una nuova verità, creano per l'uomo un senso novello ond'ei si arricchisce, e per cui si rende atto a percepire ed a comprendere un numero indefinito di altri fenomeni che, per lui e per gli altri, stavano dapprima invisibili e nascosti.

La fisica nacque coll'astronomia, e, giunta ad un certo grado di sviluppo, generò la chimica scientifica: la scienza delle leggi della vita, la fisiologia, attende pure il suo svolgimento dalla chimica organica.

Tuttavia, non bisogna dimenticarsi che si determinò la durata dell'anno, si spiegò l'avvicendarsi delle stagioni, e si calcolarono le ecclissi della luna senza conoscere le leggi della gravità; si costruirono mulini e trombe senza cono-

scere la pressione dell'aria; si fabbricarono vetri e porcellane, si esercitò l'arte della tintura e si separarono metalli secondo le sole norme dell'arte sperimentale, senza essere guidati da veri principii scientifici.

La geometria stessa è nella sua base una scienza sperimentale; la maggior parte de' suoi principii erasi scoperta dalla pratica prima che la loro verità si dimostrasse coi sillogismi. La proposizione, che il quadrato dell' ipotenusa è uguale alla somma dei due cateti, fu un'esperienza, una scoperta: altrimenti, avrebbe egli, l' inventore suo, offerto un'ecatombe quando ne trovò la *dimostrazione*?

Sotto quale diverso aspetto si offrono ora le scoperte di colui che interroga la natura, dappoichè il soffio animatore di una vera filosofia (qualunque ne sia il nome, fisica, chimica, matematiche) lo condusse a studiare i fenomeni per comprenderne le cagioni e le leggi!

Da un solo genio sublime, dal grande Newton, scaturì maggior luce che in uno spazio di mille anni. La vera conoscenza del moto dei globi celesti, della caduta dei corpi, divennero sorgenti di altre infinite scoperte, dalle quali la navigazione, il commercio, l'industria, ed ogni individuo in particolare, ricaveranno, finchè esisterà il genere umano, vantaggi intellettuali e materiali.

Senza consultare la storia della fisica, sarebbe impossibile il farsi un concetto dell' influenza che lo studio delle scienze naturali ha esercitato sulla coltura dell' intelletto. Nelle nostre scuole, i giovanetti imparano di buon' ora molte verità, la cui conoscenza ha costato lavori immensi ed indicibili sforzi. Essi ora sorridono, quando noi raccontiamo loro che un naturalista italiano scrisse una lunga dissertazione per provare come la neve, che cade sull'Etna, sia, per la natura sua, identica a quella che ricopre le Alpi della Svizzera, ed accumulò ragioni su ragioni per dimostrare che ambedue, nel fondersi, somministrano *acqua* della stessa qualità e dotata di uguali proprietà. Eppure tanto evidente non fu già il suo ragionare per tutti; imperocchè, quale diversità non osservasi fra la temperatura della Sicilia e quella di Svizzera! Niuno aveva allora una

Digitized by Google

idea della distribuzione del calore alla superficie della terra. Quando un fanciullo ricopre di un semplice foglio di carta un bicchiere ripieno d'acqua, e lo rivolge senza che ne sfugga pure una goccia d'acqua, ora niuno è che ne faccia le maraviglie, tranne un altro fanciullo come lui. Ma è pur questa l'esperienza che ha reso immortale il nome di Torricelli. È simile a quell'altra, per cui il borgomastro di Magdeburgo colpì in Ratisbona di stupore l'imperatore e l'impero. I nostri fanciulli hanno della natura, e de' suoi fenomeni, idee più giuste che non ne aveva Platone. Essi possono rivendicarsi il diritto di ridere degli errori di Plinio.

La storia, la filosofia, e gli studii classici ci procacciano l'acquisto della cognizione del mondo intellettuale; c'insegnano l'arte di osservare e di pensare; ci dimostrano la natura spirituale dell'uomo. Leggendo gli atti dei grandi uomini, e degli uomini virtuosi di ogni tempo, noi impariamo, per l'esperienza dei secoli passati, a moderare e frenare le nostre passioni, addolcire i cuori; gli estesi studii ci fanno in seguito conoscere l'uomo dell'età nostra, la cui indole morale rimane perpetuamente la stessa; c'insegnano a rivestire con più belle forme i principii della religione, della verità e della giustizia, e ad imprimerli perciò più profondamante nel cuore degli altri. Ma però nè la storia, nè la filosofia poterono impedire che si bruciassero uomini, accusati di stregoneria; che il grande Keplero abbia dovuto recarsi a Tubinga per salvare sua madre condannata ad essere arsa viva, e che soltanto egli abbia ottenuto il suo intento a condizione che ei provasse realmente essere sua madre sprovvista affatto di quelle qualità, che costituiscono una strega.

Come la semente si stacca dal frutto maturo, così la chimica si è separata dalla fisica, or sono sessant'anni, per formare una scienza a parte. Un'êra novella incominciò per essa coi Cavendish, coi Priestley. La medicina, la farmacia, le arti tecniche avevano preparato il terreno in cui la semente doveva svolgersi, e su cui doveva fruttificare.

Google

Il suo punto di partenza, come ognun sa, fu un concetto giusto, ed in apparenza semplicissimo, del fenomeno della combustione. Ora sappiamo tutto quello che ne seguì: quali vantaggi ne derivarono, quali benefizi produsse. Dopo la scoperta dell'*ossigeno* il mondo civile soggiacque ad una compiuta rivoluzione in ordine alle sue abitudini. La conoscenza della composizione dell'atmosfera, dell'acqua, della corteccia solida della terra, dell'influenza dell'ossigeno sulla vita delle piante e degli animali si collegavano a quella scoperta. Essa ha i più stretti rapporti colla direzione più vantaggiosa di una moltitudine di fabbriche e di arti, e coll'arte di lavorare i metalli. D' allora in poi si può dire che la prosperità materiale degli Stati si è moltiplicata, e che l'agiatezza di ogni individuo andò continuamente crescendo.

Ogni particolare scoperta fattasi nella chimica è seguita da simili effetti; ogni applicazione delle sue leggi può in qualunque modo arrecare vantaggio allo Stato, ed accrescerne la forza e la prosperità.

La chimica offre più d'un punto di rassomiglianza colle matematiche. Col mezzo di queste impariamo a misurare campi, a costruire edifizi, a sollevar pesi. Ora, la chimica è, come l'aritmetica, uno stromento, da cui si può, quando la si adoperi convenientemente, ricavare vantaggi sorprendenti.

Per altra parte, le matematiche rendono l'uomo capace di ragionare giustamente a norma di regole determinate; esse gli insegnano una lingua particolare, per cui può esprimere una serie di conseguenze, nel modo più semplice, con linee e segni comprensibili da tutti coloro che conoscono questa lingua; esse gli insegnano inoltre a percepire con chiarezza rapporti, che prima erano per esso oscuri od ignoti.

Il matematico, il fisico, l'astronomo, si servono delle matematiche come di uno stromento indispensabile per conseguire certi risultamenti. Conviene che essi acquistino un tale esercizio, nel servirsene, che la loro applicazione si riduca per essi ad una meccanica destrezza, che non

Digitized by Google

richiede fuorchè memoria. Ma non è lo stromento che compie l'opera, bensì l'intelletto umano; e voi riconoscerete che senza il giudizio, senza la sagacia e la facoltà della meditazione, tutte le matematiche formerebbero una scienza intieramente inutile.

Immaginatevi un uomo che, favorito di grande memoria, siasi rese perfettamente familiari tutte le proposizioni delle matematiche; che abbia acquistato un'estrema abilità nell'arte di fare uso di tale istromento, senza però essere in grado di proporre a se stesso un problema. Se voi gliene proporrete uno, se gli offrirete nello stesso tempo tutte le condizioni del suo scioglimento, egli, col mezzo delle operazioni di cui conosce la pratica, riuscirà a dare una risposta che verrà espressa con una formola composta di certi segni, ma il cui significato egli non comprenderà affatto, poichè a lui mancano molte altre condizioni per giudicare della verità di quella formola. Non sarebbe ancora che un raccozzatore di cifre; ma dacchè egli sarà pervenuto a possedere ad un tempo l'idoneità a proporre a se stesso un problema, e ad assicurarsi dell'esattezza del suo calcolo, allora egli sarà divenuto un investigatore della natura; perchè qualunque sia il problema postosi, ove potè mai attingere gli elementi, fuorchè dalla natura o dai fenomeni della vita? Voi lo chiamerete meccanico, astronomo e fisico matematico, se egli volge le sue investigazioni sui rapporti di certi fenomeni, presa l'osservazione per punto di partenza; se egli sa scoprire le cagioni donde quei fenomeni derivano; se egli è capace non solo di convertire in formole i risultamenti delle proprie ricerche, e di esprimerle nel linguaggio del matematico; ma se inoltre possiede l'attitudine a farne le applicazioni; se egli può, in una parola, trasformare le sue formole in fenomeni per verificarne l'esattezza.

Quindi è che, oltre alle matematiche da adoperarsi a guisa di stromento, l'astronomo, il fisico, il meccanico devono ancora possedere l'arte di osservare e d'interpretare i fenomeni; bisogna che, coll'aiuto di qualche apparecchio, siano capaci di sostituire un fenomeno, od una mac-

Digitized by Google

china ad un sillogismo, e di provare una serie di conseguenze col mezzo di una serie di esperimenti.

Il fisico si propone lo scioglimento di una questione; egli vuole esaminare attentamente le condizioni di un fenomeno, la cagione delle sue modificazioni, e, per mezzo delle operazioni matematiche, riesce ad una espressione semplice di una quantità incognita, o della ricercata proporzione, purchè la questione siasi posta accuratamente, e che tutti i fattori suoi siano compresi nel calcolo. Questa espressione, tradotta nel linguaggio ordinario, spiega il legame dei fenomeni osservati e della sperienza fatta da lui; l'espressione è *vera* se, guidato dalla stessa, il fisico potrà produrre una serie di altri fenomeni, che siano conseguenze di questa medesima espressione.

Voi comprendete facilmente come le matematiche si connettano alle indagini che hanno per oggetto lo studio della natura, e comprendete pure, come, oltre alla conoscenza delle matematiche, sia necessario un alto grado d'imaginazione, di sagacia e d'ingegno speculativo, per riuscire a fare scoperte utili nella fisica, nell'astronomia e nella meccanica. Errore assai comune è quello, per cui tutte le scoperte vengono attribuite alla scienza delle matematiche: in questo, come in mille altre cose, si confonde l' effetto colla cagione: lo stesso accade quando si attribuisce alle macchine a vapore quello che devesi al fuoco, al carbone ed all' intelletto dell'uomo. Per fare scoperte nelle matematiche è necessaria la stessa forza di mente, la stessa perspicacia e la stessa potenza di riflessione, come per lo scioglimento di altri problemi ugualmente profondi. Sono perfezionamenti arrecati ad uno stromento che serve ad un infinito numero di utili applicazioni.

Alla fisica matematica sta di fronte la fisica sperimentale; quest'ultima fa indagini, scopre i fatti, e li prepara pel fisico matematico. Alla fisica sperimentale spetta lo esprimere, col mezzo di fenomeni, le leggi, le verità scoperte e lo spiegare le formole matematiche cogli sperimenti, a fine di renderle accomodate ai nostri sensi.

La *Chimica*, nelle sue risposte alle questioni che si fa,

procede non altrimenti che la fisica sperimentale; essa insegna a scoprire i mezzi che conducono alla conoscenza dei varii corpi onde è composta la corteccia della terra e che formano le parti costituenti degli animali e delle piante.

Noi studiamo le proprietà dei corpi, le mutazioni cui soggiacciono quando sono in contatto gli uni cogli altri. Tutte le osservazioni, prese insieme, costituiscono una specie di linguaggio; ogni proprietà, ogni cangiamento da noi osservati in un corpo, sono altrettante parole di esso. I corpi, paragonati fra di loro, offrono parecchie somiglianze con altri corpi, o dissomiglianze di forma e di proprietà; somiglianze o dissomiglianze così varie, come varie sono le parole del linguaggio più ricco; ne sono anche differenti nel loro significato, come differiscono le impressioni sui nostri sensi.

I corpi differiscono, non solo per la natura loro, ma le loro proprietà variano anche secondo le diverse disposizioni che essi subiscono: linguaggio particolare, col quale i corpi ci parlano, troviamo casi, articoli, tutte le inflessioni dei sostantivi e dei verbi; vi troviamo pure gran numero di sinonimi. La stessa quantità dei medesimi elementi, secondo il loro modo di combinarsi, produce un veleno, un rimedio, un alimento, un corpo volatile od un corpo fisso.

Noi conosciamo il significato delle loro proprietà, cioè, delle parole, con cui la natura ci parla; e per leggervi dentro, noi ci serviamo dell'alfabeto da noi imparato.

Havvi in Savoia una sorgente minerale che guarisce il gozzo; muovo a quella sorgente alcune questioni, e combinate insieme tutte le lettere delle sue risposte, essa mi dice che contiene iodio.

Un uomo, dopo di avere preso qualche cibo, muore con tutti i sintomi di un avvelenamento; il linguaggio dei fenomeni, che è famigliare al chimico, annunzia a quest'ultimo, che quell' uomo è morto di arsenico e di sublimato corrosivo.

Colle sue questioni un chimico fa parlare un minerale; questo gli risponde che è zolfo, ferro, cromo, silicio, al-

luminio, e che, combinato in certe guise, esso contiene una parola qualunque del linguaggio dei fenomeni della chimica, *questa è l'analisi chimica.*

Il linguaggio dei fenomeni conduce il chimico alle combinazioni, da cui deriva un numero infinito di utili applicazioni; e queste combinazioni lo conducono a miglioramenti nelle fabbriche, nelle arti, nella preparazione dei medicamenti, nei procedimenti della metallurgia. Egli diciferò l'*oltremare*; trattasi allora di tradurre la parola con un fenomeno, e di produrre l'oltremare con tutta la sua proprietà: *questa è la chimica applicata.*

Finora non v'ebbe quasi alcuna questione d'arte, d'industria, di fisiologia, che non siasi potuta risolvere col mezzo della chimica scientifica. Ogni questione, che sia stata fatta in modo esatto e determinate, ebbe il suo scioglimento; sol quando l'interrogatore non vedeva chiaro entro al soggetto della sua domanda, avvenne che la questione restò senza risposta...

Il più sublime problema della chimica è quello che tende alla ricerca delle cause dei fenomeni della natura, a segnalarne le mutazioni ed a scoprire gli elementi comuni a fenomeni diversi. Il chimico cerca le leggi, secondo le quali produconsi i fenomeni, e raccogliendo insieme tutti i fatti percettibili, da lui riconosciuti co' proprii sensi, perviene finalmente ad una espressione astratta di questi fenomeni, cioè ad una *teoria.*

Ma, per saper leggere in un libro scritto con caratteri sconosciuti, per riuscire a comprenderlo, per esaminare profondamente le verità di una teoria, e per assoggettare alla nostra volontà i fenomeni, sui quali queste verità si appoggiano, non meno che le forze da cui esse risultano, è cosa indispensaaile di cominciare ad imparare l'alfabeto; conviene rendersi famigliare l'uso di questi segni; conviene acquistare esercizio ed abilità nello adoperarli; bisogna, in una parola, imparare a conoscere le regole, sulle quali fondansi le loro combinazioni.

Come la fisica e la meccanica trascendentale suppongono una grande abilità nell'esercizio dell'*analisi matematica*, così

pure il chimico, come naturalista, deve addimesticarsi coll'*analisi chimica*. Egli esprime tutte le sue deduzioni, tutti i suoi risultamenti col mezzo di sperimenti e di fenomeni.

Ogni sperimento è un pensiero reso sensibile con un fenomeno. Per le nostre idee ed induzioni, le prove, non meno che le confutazioni, sono esperienze, e queste sono interpretazioni di fenomeni da noi prodotti a nostro arbitrio.

Fu un tempo, in cui la chimica, come l'astronomia, la fisica e le matematiche, altro non era fuorchè un'arte di sperimentare appoggiata sull'abitudine, ed intieramente formata di regole; ma, dappoichè si conobbero le cagioni e leggi sulle quali si fondavano quelle regole, quest'arte molto perdè di sua importanza.

Era necessario un penoso tirocinio, ed una grande perdita di tempo si richiedeva per conoscere le manipolazioni ed i metodi, per sapere tutti i procedimenti usati nelle arti chimiche, nei processi industriali, nella farmacia.

I singolari attributi del chimico dei tempi anteriori ai nostri, i suoi fornelli, i suoi vasi al giorno d'oggi sono oggetti di curiosità. Niuna di queste cose s'insegna più, dappoichè, ben inteso, si conobbero le cagioni, che le rendevano necessarie. Ora, il buon successo di uno sperimento, di un'operazione, dipendono assai meno dalla destrezza meccanica che dalle cognizioni acquistate; il niun successo deriva da mancanza di sapere; l'arte d'inventare riposa sovra un'adatta maniera di combinare, e sull'organo del pensiero (1).

Nella scuola noi impariamo l'alfabeto; nel laboratorio l'uso dei segni; l'allievo vi acquista l'idoneità a leggere il linguaggio dei fenomeni, vi apprende le regole delle combinazioni, e vi trova l'abitudine e le occasioni di applicarle.

Sì tosto che queste lettere e questi segni sonosi per esso trasformati in un linguaggio intellettuale, il loro significato non va più perduto nè si scancella più.

Colla conoscenza dei medesimi, egli è dotato della facoltà di fare ricerche in regioni sconosciute, d'istruirsi, e

di fare scoperte ovunque: i segni che egli impiega, hanno il loro valore. La lingua che egli parla, è il mezzo con cui egli ha la nozione delle consuetudini, dei costumi, dei bisogni che dominano nelle contrade che egli percorre. — È vero, che senza la cognizione di questo linguaggio, egli può ancora passare il confine delle regioni di cui parliamo; ma allora si espone ad una folla di sbagli e di errori. Egli domanda pane e gli si offrono ciottoli.

La *medicina*, la *fisiologia*, la *geologia*, la *fisica sperimentale*, ecco le regioni ignote, di cui debbonsi conoscere le leggi, l' organizzazione e le forme di governo. Se si ignora il linguaggio dei fenomeni, se non si conosce l'arte di interpretarli, altro non si farà che acquistare la conoscenza delle forme e delle proprietà esterne.

Non vedete voi ora che cosa manchi alla fisiologia? Non vi accorgete voi dell'interna convinzione de' nostri grandi fisiologi, ad ogni parola che essi pronunziano, ad ogni sperimento che fanno? La conoscenza delle forme esterne più non basta ad essi; e sentono l' importanza e la necessità assoluta di una cognizione più profonda, più intima, in una parola, di una cognizione chimica; ma è dessa concepibile e possibile, senza conoscere il nostro linguaggio?

Quando altri fisiologi meno felici muovono alla chimica il rimprovero che ad essi riuscirono inutili tutti i nostri risultamenti, e che questi non sono per essi capaci di alcuna utile applicazione, commettono una grande ingiustizia, perchè non ne intendono nè il significato, nè l'uso che se ne può fare. Sarebbe loro ugualmente impossibile di leggere un libro tedesco in caratteri ebraici, se non conoscessero questi caratteri.

Non vi avvedete voi, che la fisiologia è, a volta sua, ugualmente trascurata come la chimica, da molti medici, i quali muovono ad essa gli stessi rimproveri, e con ugual torto?

Il medico, che ha imparata la medicina, non come scienza, ma come un' arte puramente pratica, non riconosce alcun principio; non v' hanno per esso, che regole risultanti dal-

l'esperienza, e quello che in questo od in quel caso ha prodotto un buono o cattivo effetto. L'arte empirica non si prende fastidio del *perchè*, non va in cerca delle cagioni. Tuttavia sotto quale aspetto non verrebbe considerato lo stato innormale e patologico dell' organismo umano? Quale differenza non ne risulterebbe nel modo di curare le malattie? Mancando un' esatta cognizione delle forze, delle cause e degli effetti; mancando una pratica penetrazione entro la sostanza dei fenomeni della natura, senza un profondo studio della fisiologia e della chimica, è egli sorprendente che uomini anche dotti, abbiano potuto sostenere le idee anche più assurde che la dottrina d'Hahnemann abbia potuto introdursi in Allemagna, e trovare seguaci negli altri paesi? Il solo buon senso non basta a premunire neppur le nazioni, dalla superstizione; ma il fanciullo, collo svolgere il proprio intelletto e col progredire nelle cognizioni, smette la paura dei fantasmi.

Possiamo noi sperare che quelli, di cui qui facciamo cenno, ricavino il minimo frutto dalle scoperte della chimica e della fisiologia? Possiamo noi crederli capaci di farne mai l'applicazione, anche meno importante, quelli che non sono da una mente filosofica spinti entro i secreti della natura, e che non impararono ad interpretare il linguaggio dei fenomeni?

Costoro, e quelli che sono guidati dalle stesse prevenzioni, non possono ammettere che la verità sia cosa tanto semplice, quantunque, ad onta di tutti i loro sforzi, non possono riuscire a farne una sola applicazione.

Quindi è che essi ce ne danno idee inconcepibili, e, dopo di avere inventato la parola *forza vitale*, essi non vi scorgono più fuorchè un non so che di miracoloso, col quale si rendono ragione di tutti i fenomeni che non possono comprendere. A questo modo si *spiega* tutto ciò che non si capisce col mezzo di altra cosa *incomprensibile*, ed altrettanto indefinita.

Per investigare profondamente fino entro la sua essenza la forza vitale, e per intenderne gli effetti, conviene che i

Digitized by Google

medici seguano esattamente la strada, che venne ad essi tracciata con tanto buon successo nella fisica e nella chimica.

Certamente, la materia nulla presentava di più oscuro e nascosto per gli occhi sì del corpo che dell'intelletto, quanto ciò che chiamavasi col nome di *stato elettrico*.

Dallo svolgimento della fisica scorsero dieci secoli prima che la mente dell'uomo abbia avuto un semplice sentore di questa forza immensa, che prende parte a tutte le mutazioni della materia inorganica, ed a tutte le funzioni della vita vegetale e della vita animale.

In seguito ad una serie d'incessanti ricerche, e non lasciandosi distoglier l'animo per innumerabili difficoltà, il naturalista fisico pervenne ad acquistare la più esatta cognizione di questa forza della natura, e la sottopose agli ordini suoi. Ora egli sa che l'*elettricità* nasce da una madre comune col *calorico*, colla *luce*, col *magnetismo*; per essa ei si rese padrone dei fratelli e delle sorelle di lei; quelli e queste obbediscono a'suoi cenni; col loro aiuto egli comanda al fulmine di seguire quella data strada, separa i metalli preziosi dalle loro ganghe anche più povere; per mezzo dell'elettricità egli potè scrutare profondamente la vera natura delle parti costituenti del globo terrestre; e finalmente essa gli serve a dar moto alle navi ed a moltiplicare a piacimento gli oggetti d'arte più squisiti (2).

Una *forza* non si può vedere; non possiamo toccarla colle nostre mani; per riconoscerla nella sua essenza e nelle sue proprietà, conviene che noi la studiamo nelle sue manifestazioni, e che ne osserviamo gli effetti. Ma la semplice osservazione non basta, perchè l'errore sta sempre alla superficie; la verità sta in fondo; e nel fondo convien cercarla. Quando noi travediamo un fenomeno, un fatto; quando lo colleghiamo o lo dissociamo in modo non esatto, commettiamo un errore; ma ci porremo al riparo dall'errore se esamineremo accuratamente il fatto, e ne appureremo accuratamente la conoscenza prima di applicarla alla spiegazione del fenomeno osservato, e se ci sforzeremo con tutti

i mezzi di ricercare la verità. Bisogna studiare le circostanze nelle quali fu osservato il fenomeno; conosciute le quali, convien varcare le circostanze stesse. L'influenza di questa variazione deve essere un soggetto di novelli studii; con questo mezzo, la prima osservazione si rettifica e si offre alla nostra mente con chiarezza; nulla si deve lasciare al capriccio. Il vero naturalista tutto deve spiegare, tutto rischiarare con fatti e con fenomeni che egli deve saper trovare e porre in evidenza; egli fa parlare il suo soggetto. Niun fenomeno, preso a parte, si può spiegare per se medesimo; ma qualora sia bene osservato e bene ordinato, pe' suoi rapporti se ne acquista la dimostrazione. Non bisogna mai porre in dimenticanza che ogni fenomeno ha la sua ragione, che ogni effetto ha la sua causa.

L'opinione, la quale pretende che la forza naturale della creazione possa, senza semente e coll'aiuto di sostanze cadute in efflorescenza e di sostanze vegetali in putrefazione, produrre le piante più svariate, e finanche animali; quella dell'orrore pel vuoto; dello *spiritus rector*; la supposizione che produconsi ferro e fosforo nel corpo vivente dell'animale; tutte queste idee provengono soltanto da un difetto di ricerche, ed altro non sono che deduzioni dell'ignoranza, della trascuranza e dell'inettitudine a risalire fino alle origini, ossia alle cagioni. Una semplice osservazione, oppur mille senza legame, non hanno alcuna forza di dimostrazione. Non abbiamo il diritto di immaginare cagioni a grado della nostra fantasia, quando, nel corso de' nostri studii, ci accade di non riuscire a scoprirla; e quando scorgiamo che l'animale infusorio esce da un uovo, ci rimane ancora di ricercare in qual maniera esso si propaghi.

Dacchè noi lasciamo all'immaginazione la cura di guidarci, e che ad esse abbandoniamo la facoltà di decidere intorno alle questioni, che ancora rimangono a sciogliersi, lo spirito di osservazione perde il suo diritto, e la verità resta sconosciuta. E questo è il minore degli inconvenienti; è ben peggio quando l'immaginazione in luogo della verità colloca un mostro ostinato, pieno di malizia e d'invidia,

cioè l'errore, che dichiara guerra alla verità, che la combatte, che si sforza di annientarla quando quest'ultima si prova alfine di schiudersi una strada.

Quando invece, riconoscendo noi la nostra imperfezione, confessiamo che coi mezzi da noi posseduti non abbiamo potuto sciogliere una questione, o spiegare un fenomeno, il soggetto rimane ancora allo stato di problema, e mille persone dopo di noi, si fanno a provarvi le loro forze con zelo e coraggio. Ne nasce che tosto o tardi, il problema si scioglierà.

Al contrario, quando la mente sta contenta ad una spiegazione, se scambiò un errore per una verità, la sua operosità si riposa, assolutamente come se fosse in possesso della verità stessa.

L'immaginazione, in centomila casi, ingenera centomila errori: e nulla, più di un vecchio errore, è nocivo ai progressi della scienza; nulla, più di lui, tende ad estinguere l'intelletto, poichè riesce assai malagevole il confutare una falsa dottrina, quando è fondata sulla convinzione che il falso sia vero.

Era senza dubbio poco conveniente, studiando la natura, il cercar di spiegare le funzioni dell'economia organica, della nutrizione e della secrezione, prima di conoscere gli alimenti e le origini d'onde provengono; prima di avere sottoposto a ricerche positive l'*albumina*, la *sostanza caseosa*, il *sangue*, la *bile*, la *sostanza cerebrale* ecc. Altrimenti non erano questi fuorchè nomi di cui tutt'al più si conoscevano le lettere, prima di conoscere la loro proprietà e la loro azione; prima di avere riconosciuto le metamorfosi che essi provano quando sono in contatto con altri corpi; finalmente, o per tutto dire in una parola, prima di averli fatti parlare, dovevasi forse da noi pretendere che essi ci insegnassero qualche cosa?

La cagione dei fenomeni della vita è una forza che non agisce a distanze commensurabili; non se ne può osservare l'azione, che quando si è posto l'alimento, oppure il sangue, direttamente in contatto coll'organo che è atto a riceverli, od a far loro subire modificazioni. In modo affatto

simile si manifesta la forza chimica stessa; non si hanno in natura cause capaci di operare movimenti e trasformazioni; non esistono forze, che abbiano maggiori attinenze fra di loro, quante ne hanno la forza chimica e la forza vitale. Noi sappiamo che in generale v'ha un'azione chimica quando si pongono in contatto corpi eterogenei. Sarebbe lo stesso che rovesciare tutte le regole dedotte dello studio della natura, il supporre che una fra le più potenti forze non prenda alcuna parte alle funzioni dell'organismo vivente, quantunque ivi appunto trovinsi riunite tutte le condizioni, nelle quali la natura manifesta la sua attività. Siamo ben lungi dall'aver ragioni per ammettere che la forza chimica sia subordinata alla forza vitale al punto che gli effetti di quella sottraggansi alle nostre osservazioni; noi vediamo al contrario, che la forza chimica dell'ossigeno è incessantemente piena di attività; e se pure l'*urea*, l'*allantoina*, l'*acido delle formiche*, quello de' *scarafaggi acquatici*, l'*acido ossalico*, l'*olio essenziale della radice di Valeriana*, l'*olio del fiore della spirea ulmaria*, l'*olio volatile essenziale della gualtheria procumbens*, sono prodotti dalle funzioni vitali, dovremmo noi perciò dedurne che questi prodotti sono quelli della forza vitale?

Per la sola azione della forza chimica siamo in grado di produrre noi stessi tutte le accennate combinazioni; cogli escrementi dei serpenti e degli uccelli noi produciamo, in chimica, la sostanza cristallina che si trova nel liquore allantoico della vacca; con sangue ridotto in carbone formiamo dell'urea; con segatura di legno formiamo dello zuccaro, dell'acido formico, dell'acido ossalico; colla corteccia di salice produciamo l'olio volatile della *spirea ulmaria*, della *gualtheria*; e col pomo di terra l'olio volatile della radice di valeriana (3).

Ecco già molte esperienze atte a fondare la speranza che noi riusciremo a produrre, con tutte le loro proprietà, la *chinina* e la *morfina*, e le combinazioni onde trovansi composte l'*albumina* o la *fibrina* dei muscoli (4).

Se vogliamo distinguere gli effetti che sono proprii alla forza chimica da quelli che spettano alla forza vitale, ci

troviamo sulla via per acquistare cognizioni intorno alla natura di quest'ultima. Il chimico non riuscirà giammai a formare un occhio, un capello, una foglia. Pure sappiamo con certezza che la formazione dell'acido prussico, dell'olio essenziale di mandorle amare, entro queste mandorle stesse, che l'olio di senapa e la senapisina, che la formazione dello zuccaro nella semenza in germinazione, sono i risultamenti di una chimica scomposizione. Noi vediamo che il ventricolo di un vitello morto opera, col mezzo di poca quantità di acido cloridrico, sulla carne e sull'albumina coagulata, appunto come un ventricolo di vitello vivo; che le due sostanze vengono disciolte, cioè digerite. Tutti questi fatti ci permettono di trarre questa conseguenza: che per lo studio della natura perverremo un dì ad avere idee chiare sulle metamorfosi provate dagli alimenti nell'organismo, e sugli effetti dei medicamenti.

Senza uno studio esatto della chimica e della fisica, nè la fisiologia nè la medicina avranno alcuna luce pei loro proprii più importanti problemi, per quelli che hanno ad oggetto la ricerca delle leggi della vita, ed i mezzi di correggere e di prevenire le alterazioni dello stato normale dell' organismo. Non si potrebbe scrutare entro la natura della forza vitale. Il medico che si fonda sulla scienza non può attendere soccorsi dalla chimica, se non in quanto egli trovasi in grado di porre al chimico questioni assolute e perfettamente determinate.

L'industria ricavò immensi vantaggi dalla cognizione della chimica. La mineralogia è divenuta una scienza nuova, da poi che prese in considerazione la composizione dei minerali e la maniera con cui si comportano i loro elementi. Non si possono sperare progressi per la geologia, se, come si fece finora, non prendansi in più severa considerazione ed in quel modo in cui si fa per la mineralogia, le proprietà e la composizione chimica delle varie specie di rôcce. La chimica è la base dell'agricoltura: se non si può rendere ragione delle parti costituenti del suolo, se s'ignora come i vegetali si nutriscano, conviene rinunziare al fondare la agricoltura sovra una base scientifica.

Digitized by Google

L'uomo di Stato se non possiede cognizioni chimiche, deve rimanere estraneo alla vita reale dello Stato, all' organico di lui sviluppo e perfezionamento; se egli è privo di queste nozioni, il suo colpo d'occhio si ottunde, la sua mente rimane assopita riguardo a tutto ciò che è veramente utile o nocivo al suo paese ed all'umanità. Gl'interessi materiali più importanti, la maggiore e più vantaggiosa produzione di tutte le sostanze che servono alla nutrizione degli uomini e degli animali, la conservazione ed il ristauro della pubblica salute, tutti questi fatti si collegano strettissimamente alla diffusione ed allo studio delle scienze naturali, e particolarmente della chimica. Se l'intelletto dell'uomo ignora le leggi ed i fenomeni della natura, vani riusciranno i suoi sforzi per farsi un'idea della bontà e della sapienza impenetrabile del Creatore; perchè quanto la più ricca immaginazione e la mente più coltivata possono rappresentarsi, a fronte della realtà non è che una bolla di sapone dai mille colori e priva di consistenza (5).

Nell'ordinamento delle scuole, dove le scienze naturali occupano il primo seggio come oggetti dell' insegnamento, il bisogno dell'età nostra si è di già manifestato praticamente; ne risulterà una generazione più robusta, si fortificheranno il giudizio e lo spirito, i quali diverranno perciò atti ad ogni cosa che sia veramente grande e fruttifera. Così svolgerannosi le ricchezze degli Stati, si amplierà la loro potenza; e quando l'uomo, sollevato nel portare il peso dell'esistenza, non si sentirà più oppresso dalle difficoltà che ei prova per sostenere e rimuovere le cure della vita terrestre, allora soltanto la sua mente più lucida e più pura potrà disporsi a subbietti più sublimi, anzi ai più sublimi.

LETTERA SECONDA

Falsa maniera degli antichi nell'osservare i fenomeni della natura. — Idee esatte dei fenomeni della natura. — Servono di appoggio alle verità del Cristianesimo. — Meditazioni sulle maraviglie della natura. — Conescenza della natura, fonte della conoscenza di Dio.

La storia dell'uomo è lo specchio dove si riflette il suo intelletto: essa ci dimostra negli atti di lui i suoi falli, i vizi, le nobili facoltà e le imperfezioni. Lo studio della natura c' insegna a conoscere l'onnipotenza, la perfezione, la sapienza impenetrabile di un Essere infinitamente più sublime nelle sue opere e negli atti suoi. Senza questa cognizione non potrebbe concepirsi il perfezionamento dello uomo, la cui anima immortale non potrebbe conseguire la coscienza di tutta la sua dignità, e del grado che occupa nell'universo (6).

La religione dei Greci e dei Romani, il paganesimo, traeva la sua origine da un' incompiuta e falsa intuizione dei fenomeni naturali. La mente, l'occhio degli antichi restarono chiusi alla nozione delle cause immediate di questi

fenomeni; essi indirizzavano le loro preghiere alla natura nelle più grossolane dimostrazioni della sua potenza. Ogni superstizione ci riconduce al paganesimo.

La scienza della natura deriva appunto l'alto suo valore dal servire di appoggio al cristianesimo. La parte divina delle verità cristiane risiede in ciò, che noi non dobbiamo il possesso delle medesime, e della giusta idea che esse ci danno di un essere elevato al disopra di tutti i mondi, ai mezzi empirici di ricerca di cui l'uomo dispone, ma bensì ad una luce venuta da più alte regioni.

Lo spazio, nel quale i sistemi dei mondi si muovono, è senza confini: qual cosa può essere al di là di un tale muro di separazione? Il numero di questi mondi è infinitamente grande; non lo si potrebbe esprimere con cifre. Un raggio di luce percorre settantacinque mila leghe in un secondo: molti secondi contansi in un anno, e v' hanno stelle fisse, la cui luce impiega più di mille volte mille milioni d' anni per giungere fino al nostro occhio. Noi conosciamo animali, che hanno denti ed organi, per digerire e per muoversi, e che sono invisibili ad occhio nudo: ve n' ha di altri che quanto alle loro dimensioni sono mille volte più piccoli, e che sono muniti dei medesimi apparecchi; essi non meno che gli animali più grandi, prendono il loro nutrimento, e si propagano col mezzo di uova, che devono essere centinaia di volte più piccole ancora del loro corpo. Solo l'insufficienza della nostra vista fa sì che non possiamo osservare oggetti che sono mille milioni di volte più piccoli.

Quali gradazioni e quali differenze non offrono nel loro stato e nella loro proprietà le parti costituenti del nostro globo! V'hanno corpi che sono venti volte più pesanti di un egual volume d'acqua; altri ve n'ha, che sono diecimila volte più leggieri, e le cui parti più minute non si possono più percepire dal nostro occhio, armato anche del più potente microscopio; finalmente, nella luce, questo mirabile messaggiere, il quale ogni giorno ci annunzia l'esistenza di infiniti mondi, noi troviamo la manifestazione di un essere maraviglioso, che non è più soggetto alla legge

della gravità, e che tuttavia si rende percettibile da' nostri sensi per mezzo di innumerevoli effetti. La luce del sole, pervenuta sulla terra, impartisce alla natura morta la vita ed il movimento; noi la scindiamo in raggi particolari non luminosi, e capaci tuttavia di produrre nella natura organica le più potenti reazioni; noi scomponiamo essa stessa in una varietà di raggi caloriferi, che offrono nel loro insieme diversità ugualmente grandi, come quelle dei colori. Tuttavia in qualsiasi cosa non vediamo nè cominciamento nè fine. L' intelletto dell'uomo non percepisce nella natura alcun limite nè al di sopra nè al di sotto di sè; ed in questo infinito che, per la sua immensità, egli può appena comprendere, non una goccia d'acqua cade in terra, non uno atomo cangia di luogo senza esservi spinto.

L'uomo in niun altro oggetto, salvo che in se stesso, osserva una volontà, che abbia coscienza di se medesima; egli vede che tutto sta entro i confini delle leggi stabilite, invariabili, immutabili leggi della natura; solo in se stesso ei riconosce qualche cosa che può dominare tutti questi effetti, una volontà che può comandare a queste leggi, una mente libera nei giudizi che porta sulla loro potenza, e che, nella compiuta sua perfezione, non riceve leggi che da sè.

Una semplice cognizione empirica della natura ci spinge con forza, cui non si può resistere, a questa convinzione: che questo *non so che*, di cui parliamo, non è l'ultimo confine, oltre il quale altra cosa più non esista che gli somigli, e che sia più perfetta; v' hanno gradazioni, e non sono che le inferiori, anzi le infime, le quali sono accessibili alla nostra osservazione. A questo modo, la nostra ragione stabilisce questa verità, come tutte quelle che essa stabilisce per induzione nello studio della natura: che, cioè, al disopra di noi esiste un essere più sublime, un Altissimo, che i nostri sensi non possono vedere e riconoscere, e che, nella sua grandezza e sublimità, non possiamo concepire fuorchè col perfezionamento degli stromenti della nostra intelligenza.

La scienza della natura è la via che ci offre i mezzi di conseguire questo perfezionamento intellettuale. La storia

Digitized by Google

della filosofia c' insegna, che gli uomini più saggi, che i più grandi pensatori dell'antichità e di tutti i tempi, riguardarono come un mezzo indispensabile alla coltura dell'intelletto, la cognizione del principio che presiedè ai fenomeni della natura, e quella della sua legge. La fisica faceva parte della filosofia. Per mezzo della scienza l'uomo assoggetta agli ordini suoi le forze della natura; coll'empirismo egli rimane sotto la loro dipendenza.

L'empirico privo di scienza, rimanendo al livello di un essere subordinato, non impiega mai fuorchè una debole parte della propria forza a profitto della società. Gli effetti governano la sua volontà, mentre egli potrebbe dominarli, se lo sguardo suo più perspicace potesse scoprire i reconditi legami che li collegano alle loro cagioni.

Questa introduzione non verrà giudicata inopportuna, quando io tenterò di spiegare, nella seguente lettera, una fra le più notabili leggi della natura; quella che serve di fondamento alla chimica moderna.

Quando un piccolo frammento d'osso, un dente, divengano agli occhi di un uomo dotto in anatomia comparata un libro in cui si narra la storia di un essere, che appartenne ad un mondo, che ora perì; ci descrive le dimensioni, la forma di quell' essere, il mezzo in cui viveva e respirava, il suo genere di nutrimento; quando questo scienziato ci presenta finalmente in quel libro gli apparecchi di locomozione, potrebbe tutto questo sembrare invenzione di una stemperata imaginazione, se quel piccolo frammento d' osso, fosse capriccio del caso, oppure fossero le loro forme e proprietà dovute ad un capriccio. Egli è certo essere possibile all' anatomico tutto quello che abbiamo detto or ora, perchè la forma di ciascuna parte dipende da leggi fisse; e che, trovata questa forma, si è la legge stessa, che ha costruito l'intiero.

Non meno mirabile a molti sembrerà che, dal peso conosciuto, con cui un dato corpo si combina con un altro, il chimico determini i rapporti di peso con cui questo medesimo corpo si combinerà con tutti gli altri, o con un numero indefinito di altri corpi. La scoperta di queste leggi,

alle quali vanno a subordinarsi tutti i fatti capaci di numero e di misura, sì nel mondo organico che nel regno minerale, e che governano e dominano tutte le operazioni della chimica; tale scoperta, diciamo, è incontrastabilmente il più importante acquisto, e più fecondo nelle conseguenze, di cui siasi arricchita l'età nostra.

Digitized by Google

LETTERA TERZA

Delle forze chimiche. — Affinità. — Combinazioni chimiche. — Metalli e metalloidi. — Effetti del calore sulle combinazioni chimiche. — In qual modo si distrugge la coesione. — Soluzione, mezzo potente di analisi.

Per farsi un' idea chiara dell'ordine, e della maravigliosa regolarità, con cui i corpi si combinano fra di loro, conviene ricordarsi ciò che il chimico intende di dire colle parole di combinazione o di scomposizione. Il ferro che s'irrugginisce; i colori che impallidiscono all'aria; la separazione dei metalli dai loro minerali; gl'innumerevoli prodotti del commercio e dell'industria; la preparazione dei medicamenti; in una parola, tutte le novelle forme, o tutti i fenomeni che si offrono a' nostri sensi quando poniamo a contatto corpi diversi, provengono, salvo un piccol numero di eccezioni, o da una combinazione, o da una scomposizione. Le cause ultime di queste novelle forme, e di questi fenomeni, sono le forze chimiche, le quali differiscono da

tutte le altre in quanto che non riconosciamo la loro esistenza se non perchè si manifestano soltanto a diretto contatto dei corpi; esse non producono alcun effetto quando i corpi sono posti a sensibile distanza. Questa classe di fenomeni determina il dominio della chimica; la gravità, la forza elettrica, la forza magnetica, il calorico, influiscono bensì sulle azioni chimiche; ma si è come forze che operano a distanza, che esse producono movimenti e traslocazioni, ed in generale fenomeni, la cui natura, e le cui leggi formano il soggetto delle ricerche della fisica, presa nel senso più stretto di questa parola.

Se il ferro s'irrugginisce all'aria, se lo zolfo ed il mercurio formano il cinabro, si è perchè la forza chimica agisce sulle particelle del ferro, e sovra una parte costituente dell'aria, sulle particelle dello zolfo e su quelle del mercurio, di maniera che nasce un cangiamento nelle loro proprietà, e ne deriva un corpo novello con proprietà nuove ed affatto diverse. Allora questa forza diede luogo ad una *combinazione chimica.*

Col cinabro, scaldato col ferro, abbiamo di nuovo del mercurio; colla ruggine di ferro, calcinata con carbone, otteniamo nuovamente ferro; noi scomponiamo così il cinabro col mezzo del ferro, e si scompone la ruggine col mezzo del carbone; la causa operante è sempre la forza chimica; i risultamenti ottenuti si appoggiano sempre sovra una combinazione; il ferro che separò il mercurio si è combinato collo zolfo: prima avevamo mercurio solforato, otteniamo ora solfuro di ferro; il carbone che spogliò il ferro della sua ruggine e che di bel nuovo ci somministrò ferro metallico, entrò in combinazione colla parte costituente dell'aria, di cui si era impadronito il ferro nell' irrugginirsi. Il numero infinito delle scomposizioni chimiche dei corpi composti, cioè la separazione di una delle loro parti costituenti, proviene sempre da un nuovo corpo che si aggiunge e che entra in combinazione con altre parti costituenti. È chiaro che tutti questi corpi non potrebbero, sotto date condizioni, provare alcuna sorta di cangiamento nelle

loro proprietà, se la causa che noi abbiamo indicata col nome di forza chimica non esercitasse alcun' azione sulle loro particelle. Questa forza chimica fu chiamata col nome di *affinità*, cioè quasi *parentela*; espressione impropria e non conforme all'idea che conveniva esprimere. Si dice che due corpi hanno affinità fra di loro, quando, essendo posti in contatto l' un coll' altro, così manifestano una tendenza a combinarsi.

È un modo di esprimersi falso affatto, se con ciò s' intende di dire che tali corpi abbiano fra di loro rapporti di parentela.

Se taluno radunasse confusamente sovra di una tavola i cinquantasei corpi semplici, anche un fanciullo potrebbe separarli in due grandi classi secondo le loro proprietà esterne; farebbe una prima classe di quelli che posseggono un aspetto metallico, ed una seconda classe di quelli che non possedono quest'aspetto. I corpi della prima classe costituiscono i *metalli*, quelli della seconda si chiamano *metalloidi*.

Queste due grandi classi possono ancora suddividersi in aggruppamenti più piccoli, secondo la maggiore o minore rassomiglianza nelle loro proprietà. Anche i corpi composti quanto alle loro proprietà offrono rassomiglianze e differenze, e qualora vengano ordinati per famiglie, e si collochino assieme quelli che derivino, per dir così, da uno stesso padre e da una stessa madre, accade che i membri di una stessa famiglia sono quelli appunto che manifestano pochissima tendenza, e spesso nessuna a formare nuove combinazioni; essi vengono classificati secondo le loro proprietà apparenti, ma non hanno attrazione, non hanno affinità fra di loro; al contrario i membri di due famiglie che molto si allontanino l'una dall'altra per le loro proprietà, si attraggono sempre nel modo più energico.

In questa maniera le combinazioni formate da due corpi di una medesima famiglia hanno virtù e difetti di famiglia che possono agevolmente riconoscersi per caratteri assai chiari, anzi talvolta molto distinti. Tuttavia quando due corpi di

famiglie affatto opposte si uniscono, ne risulta sempre un corpo in cui non possono più raffigurarsi i segni della parentela.

Così il ferro ed il mercurio (due metalli) stanno molto più vicini che il ferro e lo zolfo, o che il mercurio e lo zolfo (un metallo ed un metalloido). In una combinazione dei due primi corpi si riconosce a primo colpo d'occhio la sua origine: ma chi potrebbe nel cinabro riconoscere il metallo liquido e bianco a guisa d'argento, e lo zolfo, giallo ed infiammabile, che lo compongono? Ne nasce che nelle combinazioni stesse v' hanno vari gradi d'affinità, pei quali viene sempre indicata la disuguale capacità o tendenza delle loro parti a combinarsi insieme: ora su questi vari gradi di attrazione si fondano appunto tutte le scomposizioni.

Come già dicemmo, affinchè si manifesti l'affinità chimica, è assolutamente indispensabile che le particelle dei corpi si tocchino, o si trovino a distanza infinitamente piccola. Tutti conoscono gli effetti prodotti dal calorico ne'corpi; un chiodo di ferro, sia pur fisso entro un muro, se ne stacca a poco a poco, e finalmente cade, perchè il ferro, essendo più caldo nell'estate che durante l'inverno, allontana allora con maggior forza il legno e la pietra, mentre nell'inverno si contrae molto più che la pietra ed il legno. La dilatazione prodotta dal calore suppone che le particelle di un corpo si allontanino le une dalle altre, e l'attrazione, effetto anche del calore, suppone che le parti si ravvicinino. Poichè una certa prossimità delle particelle è una condizione necessaria affinchè l'affinità chimica si manifesti, si capisce facilmente che molte chimiche combinazioni debbano risolversi nelle loro parti costituenti pel semplice effetto del calorico; e questo succede di fatto ogniqualvolta per mezzo del calorico l'allontanamento delle loro particelle diventa finalmente maggiore che non è la sfera della loro attrazione chimica; ne risulta allora necessariamente una separazione. Se il calore diminuisce, le particelle si ravvicinano nuovamente, e ad un certo grado di prossimità sopravviene una nuova combinazione.

Noi possiamo immaginarci che quando i corpi sono spinti a temperature così alte, le quali siano per noi fuori d'ogni misura, possano allora trovarsi nel medesimo spazio senza combinarsi insieme, quantunque siano reciprocamente dotati della massima affinità, atteso che il calorico distrugge l'affinità, e non le permette di manifestarsi. Fu senza dubbio un'epoca in cui il nostro globo terrestre possedeva una temperatura eccessivamente alta, ed in cui le sue parti costituenti erano disposte in modo affatto diverso; non è impossibile l'immaginare che queste parti abbiano mutato allo stato di *caos*, e che questo caos abbia prodotto le rocce ed i minerali, quali esistono presentemente, di mano in mano che la temperatura venne abbassandosi pel raffreddamento. Supponiamo che, per effetto del calore, tutti gli elementi del globo terrestre fossero posti nello stato in cui si trovano l'ossigeno e l'idrogeno alla temperatura ordinaria; la terra sarebbe allora un globo immenso, composto intieramente di gaz che si mescerebbero uniformemente senza che vi fosse fra di loro alcuna combinazione, come ciò succede per l'ossigeno e per l'idrogeno malgrado la loro affinità così manifesta. Alla temperatura di 350 gradi il mercurio si combina coll'ossigeno dell'aria, e forma una polvere rossa cristallina; a 400 gradi questa polvere si scompone in ossigeno ed in vapore di mercurio.

Quando noi ci facciamo a fondere insieme, entro un crogiuolo, una miscela di ferro e di piombo con zolfo, il ferro si separa dal piombo e si combina collo zolfo; finchè resti alcuna traccia di ferro col piombo, niuna particella di piombo si combina col piombo, ma bensì col ferro; quando tutto il ferro si è unito collo zolfo, allora soltanto lo zolfo si combina col piombo. Come facilmente si comprende, i due metalli hanno affinità collo zolfo; ma quella del ferro è maggiore di quella del piombo. Ne segue ancora che quando si fondono insieme (come si opera in grande) ferro e piombo solforato (la galena che si osserva in natura), il piombo separasi fuso allo stato di metallo puro, ed il ferro si combina collo zolfo, pel quale egli possiede un'affinità maggiore.

Il ferro, scaldato a rosso, scompone il cinabro in modo affatto analogo, e, combinandosi collo zolfo, ne espelle il mercurio; tuttavia, in tal caso, l'affinità del ferro per lo zolfo non è la sola causa della decomposizione. Niuno vide finora il mercurio arroventato, come per esempio il ferro nella fucina del fabbro ferraio. Si è che, mentre il ferro resta allora nel fuoco, il mercurio, alle stesse condizioni, si converte in un vapore invisibile; le sue parti, a cagione del calore, acquistano l'attitudine ad assumere lo stato di fluido aeriforme.

Quest'attitudine a prendere lo stato di gaz consiste nella proprietà o tendenza che hanno le parti a respingersi; e tale tendenza persiste anche nelle loro chimiche combinazioni. Il mercurio possiede la facoltà di evaporarsi anche alla temperatura ordinaria; una goccia di mercurio va successivamente evaporandosi; essa ha bisogno di un tempo assai più lungo che una goccia d'acqua, ma a poco a poco si dissipa. Quest'evaporazione è infinitamente accelerata dal calore. Il cinabro non si svapora nelle medesime condizioni, il che proviene evidentemente dall' esservi una resistenza che si oppone alla tendenza del mercurio ad assumere lo stato aeriforme ed allontanarsi dalle molecole di zolfo: tale è l'affinità chimica dello zolfo: è una resistenza che non viene superata alla temperatura ordinaria. Se ora scaldisi il cinabro al grado che si ritiene affinchè il mercurio diventi aeriforme, non solamente s'indebolisce l'affinità fra lo zolfo ed il mercurio, ma si aumenta inoltre la tendenza del mercurio a staccarsi dalle particelle di zolfo. Se dunque allora un'affinità, anche tenue, si aggiunge al calore, per esempio quella del ferro per lo zolfo, ne risulterà per quest'ultimo una separazione dal mercurio, la quale non succederebbe senza la riunione di queste diverse circostanze. A questo modo la tendenza di un corpo a convertirsi in fluido aeriforme a certi gradi di temperatura esercita una grande influenza in tutte le operazioni di decomposizione e di combinazione eseguite dal chimico; essa aumenta o diminuisce gli effetti dell'affinità.

La proprietà che possedono le particelle di un corpo di mantenere la loro unione contro tutte le cause che tendono ad annientarla, prende agli effetti dell'affinità chimica una parte affatto analoga a quella dell'affinità stessa. Noi possiamo, col calore, fondere lo zuccaro, il sale marino, rendere facilmente mobili le loro parti in tutte le direzioni, togliere loro e distruggere il loro stato di solidità. Noi possiamo effettuare la medesima cosa col mezzo dell'acqua; nell'acqua, in cui si sciolgono lo zuccaro ed il sale marino, non è il calore, ma l'affinità chimica dell'acqua, che distrugge la loro tendenza a rimanere allo stato di coesione (7). Un frammento d'osso calcinato a bianco non è solubile nell'acqua, nè nei liquidi alcalini: la tendenza delle sue particelle a conservare il loro stato, ossia la sua forza di coesione è maggiore dell'affinità del liquido. Il contrario succede in molti liquori acidi; per esempio nell'aceto v'ha soluzione. È dunque evidente che quando noi poniamo le parti costituenti di quel frammento d'osso (acido fosforico e calce) in contatto col liquore acido, se non vediamo operarsi alcuna specie di cangiamento, si è perchè le due sostanze, sotto qualsiasi forma, sono solubili nel liquido acido; ma, immerse nell'acqua od in un liquore alcalino, che non oppone alcun ostacolo alla riunione delle loro parti costituenti un corpo solido, vediamo allora che si raccoglie al fondo una polvere bianca, e ne risulta, come dicesi, un *precipitato*.

Il chimico pone così a profitto, nei corpi, la disuguale facoltà che essi hanno di sciogliersi in varii liquidi, ed il loro modo di condursi col calorico: sono mezzi potenti per operare la separazione e farne l'analisi. Tutti i minerali, senza eccezione, possono sciogliersi in liquidi scelti a convenienza: cangiando la natura del liquido per l'aggiunta di alcune altre sostanze, cangiasi pure la facoltà sciogliente di questo liquido rispetto alle parti costituenti del minerale; e si riesce così a separare successivamente una parte dopo l'altra. È uno dei mezzi d'analisi; l'altro consiste nell'aggiungere successivamente diverse sostanze alla soluzione di

una combinazione in cui entrano cinque, sei o più parti costituenti; e queste sostanze formano allora, coll' una o l'altra di queste sostanze, una combinazione insolubile. Tutto ciò succede per una certa serie di operazioni assolutamente come se le diverse parti costituenti fossero contenute in vari piccoli cassettini, e bisognasse una chiave per aprirli.

Digitized by Google

LETTERA QUARTA

Misura e peso degli elementi che si combinano; principale soggetto di riflessione pei chimici. — Proporzioni chimiche. — Segni chimici. — Peso di un composto. — Equivalenti. — Equivalenti di un ossido metallico. — Equivalenti di un acido. — Formole chimiche.

Rispetto a queste decomposizioni e combinazioni, una prima questione a farsi è quella sul punto di sapere quanto richiedasi di un corpo per scacciare un altro; per esempio quanto di ferro per iscacciare il mercurio dal cinabro, e per surrogarlo nella sua combinazione solforata.

Ogni questione di questa natura trovasi risolta nel modo più soddisfacente.

Se, nel caso citato, si adopera troppo piccola quantità di ferro, rimane indecomposta una parte di cinabro; se il ferro è preso in quantità troppo considerevole, l'eccedente resta al di fuori della combinazione collo zolfo.

In tutte queste decomposizioni, è sempre necessario di non impiegare fuorchè quantità ben determinate, e che, in tutti i casi, sono invariabili; la qual cosa evidentemente

non si fonda che sul principio, che i corpi combinansi fra di loro in rapporti invariabili di peso, perchè una decomposizione altro non è che il risultamento di una combinazione.

Io abbisogno di 77 parti di ferro per decomporre 117 parti di cinabro; ottengo 101 parti di mercurio, e 43 parti di solfuro di ferro.

Ciò m' indica che 16 parti di zolfo si trovano combinate con 101 parti di mercurio, le quali vengono separate e surrogate da 27 parti di ferro.

Ne segue necessariamente che 27 parti di ferro si sono combinate con 16 parti di zolfo.

Ora, il rapporto dei pesi del ferro e del mercurio, col quale i due corpi si scambiano nella loro combinazione solforata, rimane sempre lo stesso, ed in tutti i casi, in cui un corpo si sostituisce all' altro, ed è da lui surrogato. Quando il mercurio è separato e surrogato in ogni altra combinazione qualsiasi, in quella del mercurio coll' ossigeno o col cloro, jodio, bromo ecc. si richiedono allora, sempre ed invariabilmente, 27 parti di ferro per altrettante volte 101 parti di mercurio; di più, l'esperienza dimostra che, quando 101 parti di mercurio entrano, in qualsiasi maniera, in combinazione con un corpo, il cui peso è rappresentato da *a*, il peso *a* di questo corpo entra parimenti in combinazione con 27 parti di ferro.

Tutto ciò risulta da sperimenti positivi, nei quali i chimici fecero le loro dimostrazioni colla bilancia alla mano; e tali proporzioni fisse non si manifestano solamente pel piccol numero di corpi, che noi abbiamo testè accennato; ma noi le osserviamo per tutti i corpi.

Così p. e. 16 di zolfo si combinano con 8 di ossigeno, e con 1 d' idrogeno; ed ogniqualvolta, in una combinazione, l' idrogeno è sostituito dall' ossigeno, o l' ossigeno dall'idrogeno, si osserva che si combinano altrettante volte 8 parti, in peso, di ossigeno, quante volte vi si contiene d' idrogeno in peso.

Ma, non solo rimangono uguali i rapporti dei pesi del-

l'idrogeno e dell'ossigeno, uno riguardo all'altro, nelle altre combinazioni, ma inoltre la relazione del peso dello zolfo, cioè le sue relazioni di peso con questi due corpi, restano ancora invariabilmente *costanti*; per modo che quando, in una combinazione qualunque di zolfo, questo viene sostituito dall'ossigeno, o dall'idrogeno, allora, in luogo dello zolfo, entra una quantità d'ossigeno, uguale alla metà del suo peso, o la 16.a parte del suo peso d'idrogeno.

1 d'idrogeno si combina con . 16 di zolfo.
Queste 16 parti di zolfo possono sostituirsi da . . . . . 8 d'ossigeno.

Il risultamento di questa sostituzione è la combinazione di 8 di ossigeno con 1 d'idrogeno, formando così 9 di acqua, oppure:

8 di ossigeno si combinano con . 16 di zolfo.
Queste 16 parti di zolfo possono sostituirsi da . . . . . 1 d'idrogeno.

Ne nasce ancora una combinazione di 1 d'idrogeno con 8 d'ossigeno.

Si comprende facilmente che quando si conosce quale sia il peso di un corpo che si combina con due, tre, quattro od un maggior numero d'altri corpi (perchè si può sempre accoppiarli a due a due), si comprende facilmente, diciamo, che questi pesi esprimono anche la quantità, con cui quei varii corpi si combinano fra di loro: 16 parti di zolfo si uniscono ad 8 di ossigeno, con 1 d'idrogeno, con 101 di mercurio, con 27 di ferro ecc., per formare un ossido di mercurio, di ferro ecc.; in una parola, quando si conosce il rapporto, nel quale un corpo, non importa quale, si combina con tutti gli altri corpi, allora si sa in quale quantità tutti i corpi si combinano fra di loro, se essi sono generalmente dotati di questa capacità; se cioè, si hanno affinità l'uno per l'altro.

Digitized by Google

Il quadro seguente non abbisogna quasi di spiegazione:

Ossigeno	O.	8.
Idrogeno	H.	1.
Carbonio	C.	6.
Potassio	K.	39, 2.
Calcio	Ca.	20, 5.
Silicio	Si.	14, 8.
Zolfo	S.	16.
Azoto	N.	14.
Fosforo	Ph.	31, 4.
Piombo	Pb.	103, 8.
Rame	Cu.	31, 8.
Mercurio	Hg.	101, 4.

Questi numeri (8) esprimono le quantità in peso di alcuni corpi semplici (conosciuti da tutti), che si combinano fra di loro; o, se vuolsi, essi esprimono i pesi che si sostituiscono nelle combinazioni di questi corpi.

È sovrattutto da osservarsi che queste relazioni non variano punto anche nel caso in cui uno di questi corpi formi più d'una combinazione con un secondo od un terzo, ecc. Così è che 14 d'azoto si combinano con 8 di ossigeno per formare il protossido d'azoto, che è un gaz; v'ha una seconda combinazione che produce anche un gaz che non ha colore, e che, in contatto coll'aria, forma vapori rossi; questa seconda combinazione contiene 14 d'azoto e 16 di ossigeno (2 volte 8); ve ne ha una terza, che contiene 24 (3 volte 8) d'ossigeno; una quarta ne contiene 32 (4 volte 8); ed una quinta, l'acido azotico, che ne contiene 40 (5 volte 8) *sempre* su 14 di azoto.

Così pure il carbonio si unisce all'ossigeno in due proporzioni; la prima combinazione genera un gaz infiammabile; e, sovra 6 di carbonio, contiene 8 di ossigeno; l'altra, sopra 6 di carbonio, contiene 16 di ossigeno: quest'ultima combinazione forma l'acido carbonico sì generalmente conosciuto.

In tutti i casi, in cui gli elementi possono formare una

combinazione qualunque, questi rapporti si mostrano costanti, invariabili.

Dall'analisi dell'aceto risulta che, su 100 parti in peso, esso contiene 47, 06 di carbonio, 5, 88 d'idrogeno, e 47, 06 d'ossigeno. Sapendo quanto di ossigeno e d'idrogeno stanno con 47, 06 di carbonio, nulla è più facile quanto il calcolare quanto v'ha di ossigeno e d'idrogeno per 6 di carbonio; a tal fine mi basta una semplice regola del tre, e vedo che sopra 6 di carbonio, v' ha 3|4 d'idrogeno e 6 d'ossigeno: o, in numeri intieri, sovra 24 di carbonio (4 volte 6), v'ha 3 d'idrogeno (4 volte 3|4), e 24 d' ossigeno (3 volte 8).

Oppure ancora, io so quanto di carbonio e d' idrogeno trovansi combinati con 47, 06 d'ossigeno nell'aceto, e calcolo quali quantità di questi due elementi corrispondano ad 8 d'ossigeno (oppure a qualunque altro numero invariabile sopraccennato); ne ricavo che, per 8 d'ossigeno, v'ha 1 d'idrogeno ed 8 di carbonio; le quali quantità, prese tre volte, presentano le stesse proporzioni.

La composizione di tutte le combinazioni chimiche, senza eccezione, può esprimersi allo stesso modo col mezzo di numeri costanti, che per tal ragione chiamansi *numeri proporzionali*, e che, considerati rispetto alla mutua loro sostituzione, portano il nome di *equivalenti*. Essi esprimono infatti le quantità che, nei corpi, entrano in combinazione; oppure quelle che debbonsi produrre per ottenere risultamenti eguali, effetti eguali. Per produrre un' azione chimica, per uno scopo qualunque, ho bisogno di 8 di ossigeno; e quando, in vece di ossigeno, io possa e voglia impiegare zolfo allo stesso fine, ho sempre bisogno di 16 di zolfo; questi due pesi di miscela esprimono valori eguali per l'effetto.

La conoscenza della legge della natura, che manifestasi in questi costanti rapporti di combinazione, condusse i chimici a formare una lingua con segni, per cui si può, col mezzo di una formola estremamente semplice, esprimere la natura di una combinazione, la sostituzione di un suo elemento, e, in generale, la maniera con cui essi pensano che gli elementi sono collocati. Vale a dire che essi con-

vennero fra loro d'indicare gli elementi, ed i loro equivalenti, colle lettere iniziali dei loro nomi latini, per modo che O (lettera iniziale di Ossigenyum) indica non solamente ossigeno, ma anche la quantità di 8 parti, in peso, di quest'ossigeno, nè più nè meno; H rappresenta una parte, in peso, d' idrogeno; S significa 16 parti, in peso di zolfo, ecc.

Facilmente s' intende quanta agevolezza ne derivi. Alla memoria anche più felice riuscirebbe impossibile di sempre avere presente la composizione, in centesime parti, di un mezzo centinaio di combinazioni; quando invece nulla v'ha di più facile quanto il ricordarsi questi segni, o queste formole, la cui conoscenza è così semplice. La composizione dell'acqua (in cui, su 100 parti ve n' ha 88, 889 di ossigeno, ed 11, 111 d' idrogeno), è dal chimico espressa per HO, una quantità doppia è indicata da 2HO; una quantità triplice, da 3HO ecc. Il chimico esprime l'ossido di carbonio colla formola CO; l'acido carbonico per mezzo di CO^2; l'acido acetico per $C^4H^3O^3$; e la combinazione dell'acido acetico coll'acqua per $C^4H^3O^3+HO$. L'etere viene espresso dalla formola C^4H^5O; l'alcool dalla formola C^4H^5O+HO.

Fra i corpi composti, v' ha più serie che manifestano proprietà simili, ad un carattere simile analogo, e che possono reciprocamente sostituirsi nelle loro combinazioni. Le proprietà della serie, che viene indicata col nome di *acidi*, sono note a tutti: forse è meno conosciuta la serie che porta il nome di *basi*, e con cui è generalmente chiamata una combinazione che ha la facoltà di togliere e rendere neutre le proprietà acide degli acidi. La combinazione di un acido con una base, porta il nome di *sale*, niun riguardo avuto al suo sapore.

Una base, in un sale, può sostituirsi ad un'altra base; un acido ad un altro acido; e, per una più accurata osservazione delle proporzioni, nelle quali si scambiano gli ossidi dei metalli che appartengono alle basi, è provato, che, per questa sostituzione, si richiedono pesi disugualissimi delle diverse basi. Per separare 10 parti di una base,

se ne richiede 15 di un'altra, 25 di una terza, ecc. Or bene, quando 10 parti della prima base contengono 5 parti d'ossigeno, è ancora provato, che le 15 parti della seconda base, e le 25 parti della terza, contengono parimenti 5 parti d'ossigeno, nè più nè meno. Le quantità d'ossigeno delle basi metalliche, le quali si scambiano, rimangono invariabilmente le stesse; solo i metalli, che si trovano combinati con quest'ossigeno, si sostituiscono secondo i loro equivalenti; così, per 39, 2 di potassio, che si separano, entrano 101, 4 di mercurio nella combinazione.

I chimici convennero di chiamare ogni quantità di un ossido metallico che contenga 8 parti, in peso, (= 1 equivalente), d'ossigeno: un *equivalente d'ossido metallico*, senza alcun riguardo al numero di equivalenti di metallo, che vi si trovano.

Se adunque si conosce la quantità di acido, di cui si abbia bisogno per formare un sale neutro, combinandola con 1 equivalente di base, questa quantità d'acido rimane esattamente la medesima per ogni equivalente d'ogni altra base; perchè le altre basi contengono esattamente altrettanto di ossigeno come la prima, e perchè la loro mutua costituzione si regola soltanto secondo questa quantità di ossigeno.

Si convenne pure di chiamare col nome di *equivalente di acido* quella quantità di acido che è capace di saturare un equivalente di base.

Quando uno siasi resi famigliari questi principii, diviene allora più facile l'intendere perchè i chimici indichino la composizione dell'acido acetico per mezzo della formola $C^4H^3O^3$, e non per mezzo di quest' altra $C^2H^{11}|_2O^{11}|_2$, od in altro modo. Se noi calcoliamo i numeri rappresentati da questi segni (D^4 = 4 volte 6 = 24 carbonio; H^3 = 3 idrogeno; O^3 = tre volte 8 = 24 ossigeno), ne risulta, nella somma, il n° 51. Queste cinquanta ed una parte di acido acetico sono, in peso, le quantità di acido acetico che si uniscono ad un equivalente di ossido metallico (o ad 1 equivalente qualunque), per formare un sale. La formola di un acido è ordinariamente relativa all'equivalente di base;

quella di una base, a 1 equivalente d'acido: quella di un'altra composizione qualunque è relativa sempre al rapporto dei pesi, nel quale siansi combinati i suoi elementi cogli equivalenti, conosciuti e determinati, di un altro corpo. In molti casi le formole esprimono soltanto le mutue relazioni di due o di più corpi.

Per paragonare le chimiche combinazioni in ordine alla loro composizione; per comprendere i loro cangiamenti, le loro trasformazioni e scomposizioni, e per rappresentarle senz'altra spiegazione, questo linguaggio dei segni è di una mirabile efficacia.

Ho fatto un'analisi dell'acido acetico, e voglio vedere se i numeri che trovai nello sperimento, sono giusti: esprimo allora i risultamenti di questo sperimento, cioè le quantità trovate di carbonio, d'idrogeno e d'ossigeno in numeri di equivalenti. Questi ultimi vennero determinati colla massima esattezza, e quanto più i miei numeri trovati sono d'accordo con quelli (il che si chiama essere d'accordo col calcolo), tanto maggior fiducia ho nella mia analisi; ma se i miei numeri differiscono, conviene che io supponga un errore, ed il mio lavoro deve ricominciarsi.

Così io trovo, nel numero degli equivalenti, un controllo severo dell'analisi chimica; quei numeri mi annunziano, o che fu commesso un errore, o che la sostanza da me impiegata non possedeva un grado conveniente di purezza.

Tutti sapranno tradurre la formola seguente:

$C^{14}H^{6}O^{2}$ olio di mandorle amare.
$C^{14}H^{6}O^{4}$ acido benzoico.

L'olio di mandorle amare, esposto all'aria, ne riceve ossigeno, e si converte in acido benzoico.

All'aspetto delle due formole si scorge la relazione che esiste fra di esse; tale relazione, tradotta in valori numerici, fornisce esattamente l'espressione quantitativa di tale trasformazione.

$C^{4}H^{5}O$ etere.
$C^{4}H^{3}O$ acido acetico.
O^{2}.

L'etere, nell' alcool, combinandosi coll' ossigeno, si converte in acido acetico. Con queste formole si scorge facilmente che la trasformazione consiste nel separarsi di 2 equivalenti d' idrogeno dall'etere, i quali vengono surrogati da 2 equivalenti d'ossigeno.

Tutto questo è semplicissimo, ed ora s'intende facilmente quanto abbiamo annunziato sul principio di questa lettera: che, quando si scopre un nuovo metallo, od un nuovo metalloide, basta determinare quale quantità di questo metallo si misce a 8 d'ossigeno, o quale quantità di questo metalloide si combina con 39, 2 di potassio, per riconoscere, dal numero ottenuto, il peso con cui questo nuovo corpo si combinerà cogli altri corpi. L'equivalente del *lantano*, quello del *didimio*, due nuovi metalli, recentemente scoperti nella cerite, e quello del bromo, scoperto, pochi anni addietro, nell'acqua del mare, non in altro modo venne o determinati.

Nei fatti, o nel modo d'agire dei corpi, quali ho io teste esposto, non ha parte alcuna il capriccio della fantasia: ogni numero è il risultamento di una moltitudine di analisi fatte con molta cura, ma che tuttavia non da se stesse vennero a porsi d'accordo coll' importante legge segnalata or ora.

Convenne trovare la chiave di questa legge; la sagacia di un tedesco l'ha scoperta. Il nome di *Richter* vivrà immortale come la scienza.

LETTERA QUINTA

Cause delle proporzioni chimiche. — Teoria atomica.

Si penserà facilmente che la questione del *perchè*, cioè della ragione della costanza ed inviolabilità di tutti questi pesi, abbia dovuto occupare lo spirito filosofico dei chimici. Bisogna che esista una causa, che rende impossibile l' unione degli elementi sotto altri rapporti; che oppone un ostacolo insuperabile ad una diminuzione, o ad un aumento di questi elementi. I rapporti costanti sono manifestazioni di questa causa; ma, limitato ad essi lo spazio delle ricerche, trovasi ristretto; la causa stessa non si può percepire dai nostri sensi; essa può essere soltanto oggetto della speculazione; cioè, di quella facoltà, per cui il nostro intelletto può farsene un' idea.

Mentrechè io mi farò a svolgere l' opinione, che ora è generalmente adottata, relativamente alle proporzioni chimiche, non bisogna dimenticare, che l' errore o la verità di quest'opinione non può riferirsi alla legge stessa; quest'ultima rimane sempre vera come espressione dell'esperienza; essa non cangia, quali che siano i cangiamenti che possa provare il modo di spiegarla.

Digitized by Google

Una maniera antichissima di rappresentarsi la natura della materia, ed alla quale si diede il nome di *atomistica*, è difatti estremamente atta a rendere sensibile il concetto delle proporzioni chimiche: essa suppone, cioè: che in uno spazio occupato da un corpo solido, liquido, e gazoso, tutte le parti di questo spazio non sieno riempite da una sola massa solida, dalla materia, ma che ogni corpo ha piccoli pori, che non sono assolutamente simili a quelli del legno, i quali sono visibili, ma che sono infinitamente più piccoli. Conformemente a quest'opinione, un corpo si compone di tenuissime particelle, che si tengono ad una certa distanza l'una dall'altra. Esiste adunque fra due di queste particelle uno spazio che non è riempiuto dalla materia del corpo.

Manifesta è la probabilità di quest'idea: noi possiamo comprimere un volume d'aria in uno spazio mille volte più piccolo, e parimenti, per la forza di una compressione meccanica, i corpi solidi ed i liquidi occupano anche uno spazio più piccolo. Una sfera, gettata con una certa forza contro un corpo duro, si appiattisce, e dopo un ribalzo, riprende la forma sferica. Tutti i corpi occupano, per effetto del calorico, uno spazio maggiore; minore pel raffreddamento.

Da queste esperienze ben note, risulta evidentemente, che lo spazio occupato da un corpo dipende da circostanze fortuite; che esso cangia colle cagioni, che tendono a renderlo più grande o più piccolo.

Se ora taluno pensa, che nel luogo dove trovasi una piccola particella di materia (quella che nel corpo occupa lo spazio propriamente detto) non v'ha più luogo simultaneamente per una seconda, nè per una terza piccola particella, ne deriva immediatamente l'idea: che l'aumento o la diminuzione del volume di un corpo è l'effetto della maggiore o minore distanza, a cui le sue piccole molecole occupano lo spazio. È manifesto che, in una libbra d'acqua, le parti dell'acqua stanno più vicine l'una all'altra, che non in una libbra di vapore, che, sotto la pressione ordinaria, occupa uno spazio 1700 volte maggiore.

Tale maniera di concepire i corpi agevola assai la co-

noscenza di fenomeni che, quantunque semplici, non poterono spiegarsi finora altrimenti.

La teoria atomica suppone inoltre, che le tenui molecole, di cui è formata la massa di un corpo, non si possano più dividere in parti più piccole; per questa ragione a queste molecole si diede il nome di *atomi*.

L'intelletto non può immaginare che piccole particelle di materia sieno assolutamente indivisibili. Esse non possono essere infinitamente piccole, cioè, nel senso matematico, senza alcuna dimensione, poichè hanno peso; ora come che debole suppongasi questo peso, non possiamo concepire che sia impossibile il dimezzare una piccola particella, e dividerla in tre, in quattro, in cento parti. Tuttavia noi possiamo ancora supporre che questi atomi siano indivisibili soltanto fisicamente, per modo che solo relativamente alle nostre osservazioni i medesimi si comportino come non più capaci di maggior divisione. Un atomo fisico sarebbe, in questo senso, un aggruppamento di più molecole molto più piccole, che sarebbero tenute unite, per formare un tutto da una forza, o da forze più potenti di tutte quelle, di cui possiamo disporre sulla terra per operare una divisione più grande.

Di questi atomi, e del concetto che ne hanno i chimici, succede lo stesso, come di ciò che essi chiamano col nome di *elementi*. I 56 corpi semplici conosciuti non sono elementi, fuorchè rispetto alle forze ed ai mezzi, che sono a nostra disposizione per decomporli in corpi ancora più semplici (9). Noi non lo possiamo, e, per rimaner fedeli ai principii dello studio della natura, noi li chiameremo corpi semplici, finchè l'esperienza ci convinca che si può far meglio. La storia della scienza, sotto questo rapporto, è ricca di utili insegnamenti. Regressi, errori, e false opinioni senza numero furono sempre le immediate conseguenze di ogni pretensione di uscire dal dominio dell'esperienza (10).

Senza confessare la divisibilità della materia all'infinito, il chimico non fa che tenersi sul saldo terreno, suolo stabile della sua scienza, quando egli ammette l'esistenza degli atomi fisici come una verità affatto incontestabile.

Un professore di Tubinga rese sensibile quest' idea col mezzo di un ingegnoso pensiero; egli paragona gli atomi ai globi celesti, che relativamente allo spazio che percorrono, sono infinitamente piccoli, cioè atomi. Gli innumerevoli soli, coi loro pianeti e satelliti, si muovono a distanze determinate gli uni rispetto agli altri, e sono indivisibili quanto all'esistenza di forze, che potrebbero separarne qualche cosa di materiale, o cangiare solamente le loro forme e dimensioni, sì che i loro rapporti cogli altri corpi celesti ne restassero sconcertati; ma non sono indivisibili, se si considerano a parte. In questo senso, l'universo presentasi come un gran corpo, i cui atomi, i corpi celesti, sono indivisibili ed invariabili.

Conformemente al concetto atomico, un frammento di vetro, o di cinabro, o di ferro, ecc., consiste adunque in una quantità d'atomi di vetro, di cinabro, o di ferro, l'aderenza dei quali dipende dalla forza di coesione; e la più tenue molecola, che immaginar si possa, è pur sempre ferro; tuttavia, quanto al cinabro, noi sappiamo, colla massima certezza, che una piccola particella di cinabro, che fisicamente non possa più dividersi in parti più piccole, pur si compone di parti più piccole ancora, le quali sono tenui molecole di zolfo e di mercurio, di cui conosciamo anche le proporzioni in peso, quali esistono pei due corpi.

Il ferro è composto di atomi omogenei di ferro; il cinabro è composto di atomi omogenei, ciascuno dei quali è cinabro; ma questi ultimi non sono semplici come sono quelli del ferro: essi sono capaci di maggior divisione. Essi sono omogenei pei sensi nostri, ma sappiamo che sono composti. Spezzando, polverizzando, o limando un pezzo di cinabro, noi possiamo dividerlo in particelle assai più piccole; ma non possiamo, con mezzi meccanici, superare la forza, che tiene unite le particelle eterogenee, le parti costituenti di un atomo composto. In ciò si distingue l'affinità chimica dalla forza di coesione; quella non manifesta la sua attività, fuorchè in contatto di atomi eterogenei, e, siccome gli atomi non possono reciprocamente penetrarsi, ne segue necessariamente, che gli atomi composti risultano

dall'unione degli atomi semplici, per effetto della forza di affinità, che opera su di essi, i quali si uniscono per due, per tre, per cento, ecc., e ciascuna di queste unioni costituisce una parte omogenea di tutta la massa.

Noi possiamo adunque comprendere, che la parte più piccola del cinabro è formata di due atomi, uno dei quali è un atomo di mercurio, e l'altro è un atomo di zolfo.

Qualora si consideri, che mille libbre di cinabro contengono le stesse proporzioni di zolfo e di mercurio come una libbra od una gramma, in un pezzo di cinabro si contiene un milione di atomi di esso, è chiaro che in un sol atomo, non altrimenti che in un milione, per tutti gli atomi v'ha sempre 16 di zolfo, e 101 di mercurio. Se noi scomponiamo il cinabro con ferro, l'atomo di mercurio si separa, ed il suo posto è occupato da un atomo di ferro.

Se invece nel cinabro, allo zolfo sostituiremo l'ossigeno, un atomo di ossigeno si porrà in luogo di un atomo di zolfo.

Per questo concetto della composizione dei corpi e della mutua sostituzione dei loro atomi si intende facilmente che i numeri, i quali rappresentano gli equivalenti, altra cosa non esprimono fuorchè il peso relativo degli atomi. Sapere quanto pesi un atomo, determinare il suo peso assoluto, non è cosa possibile; ma si può ben sapere, quanto un atomo apporti maggior peso, che un altro, in una combinazione chimica. Se ho bisogno di 16 parti di zolfo per sostituire 8 p. di ossigeno, vale a dire, di una quantità doppia in peso, si è perchè l'atomo di zolfo è due volte più pesante dell'atomo d'ossigeno. Se d'idrogeno io non abbisogno, che di un'ottava parte del peso di ossigeno, si è perchè l'atomo di idrogeno è otto volte più leggiero.

Così è, che l'ossido di carbonio è una combinazione di due atomi: l'acido carbonico, di tre atomi; e che, per un atomo di carbonio, la prima combinazione contiene un atomo d'ossigeno, mentre l'acido carbonico contiene due atomi d'ossigeno per un solo atomo di carbonio.

L'immutabilità delle relazioni costanti di peso, nelle

quali si uniscono i corpi, spiega la teoria che ammette la esistenza di particelle indivisibili, i cui pesi sono disuguali, e che, nella chimica combinazione, non si penetrano, ma si sovrappongono.

I numeri degli equivalenti, nel loro significato proprio, esprimono valori uguali quanto agli effetti: esprimono cioè i pesi che si richiedono dei varii corpi, per produrre effetti uguali in una chimica combinazione; e noi ci rendiamo sensibili questi effetti coll'attribuirli a piccole particelle indivisibili, che occupano un certo spazio, e che hanno una certa forma. Non abbiamo alcun mezzo per accertare il numero vero di atomi, che entra nella combinazione, anche più semplice; perchè converrebbe perciò, che noi potessimo vederli e numerarli. Quindi è che, malgrado tutta la convinzione, che noi abbiamo dell'esistenza degli atomi fisici, la supposizione che i numeri degli equivalenti esprimono veramente i pesi relativi di questi atomi presi isolatamente, non è realmente che un'ipotesi, per la quale non abbiamo altre dimostrazioni.

Un atomo di cinabro, su 101 parti di mercurio contiene 16 di zolfo; i chimici concordano nel dire, che questi rapporti esprimono il peso relativo di *un* atomo di mercurio, e quello di *un* atomo di zolfo. È questa una semplice ipotesi; potrebbe essere benissimo, che 101 parti di mercurio rappresentassero il peso di due, di tre, di quattro atomi di mercurio, e più ancora. Se ve ne fossero due, un atomo di mercurio dovrebbe rappresentarsi pel numero 50,5; se ve ne fossero tre, dovrebbe esserlo pel numero 33,6. Nel primo caso noi diremo che il cinabro è formato di due atomi di mercurio (o di due volte 50,5), e di un atomo di zolfo; nel secondo caso, diremmo che esso è composto di tre atomi (o di tre volte 33,6) di mercurio, e di un atomo di zolfo (11).

Qualunque supposizione si faccia a questo riguardo; vi abbia un atomo, ve ne abbiano tre ecc. di mercurio o di zolfo, la composizione del cinabro non rimane alterata; soltanto il modo di rappresentarsela in maniera sensibile,

varierebbe secondo l'opinione ipotetica, che uno si formerebbe intorno al numero degli atomi, che entrano in una combinazione chimica. Sarà dunque sempre da preferirsi di proscrivere tutto ciò che è ipotetico dal linguaggio chimico dei segni, che a niun'altra cosa tende, fuorchè a rendere chiare e facilmente comprensibili le composizioni, sostituzioni, trasformazioni e decomposizioni, che nelle varie combinazioni si operano.

Non conviene, che il modo di scrivere le formole diventi un' espressione, che possa offrire idee variabili.

Il numero degli equivalenti delle parti che costituiscono una combinazione chimica, è invariabile, e si può determinare; quando invece il numero, propriamente detto, degli atomi, che si combinano in un equivalente, non sarà giammai determinato. Tuttavia non vi avrà il minimo inconveniente nel prendere gli equivalenti pel peso degli atomi, ogniqualvolta si tratterà di considerazioni teoriche, e di un mezzo di rendere più chiare le idee. Presi in questo senso, quei numeri non esprimono che le diversità di peso degli atomi, o quante volte un atomo sia più pesante di un altro.

Nei numeri impiegati finora, venne presa ad unità la quantità, in peso, d' idrogeno che nell'acqua trovasi combinata coll'ossigeno. Sovra una parte, in peso, d' idrogeno, l'acqua contiene otto parti d'ossigeno; se ora suppongasi che l'acqua è formata d'un atomo d'idrogeno e d'un atomo d'ossigeno, e suppongasi inoltre, che si richieda sempre un atomo (nè più nè meno) di un altro corpo, per sostituire un atomo d' idrogeno od un atomo di ossigeno, allora i pesi impiegati degli altri corpi esprimeranno il peso del loro atomo, in numeri, che naturalmente si riferiranno tutti ad una parte, in peso, d'idrogeno; e ad otto parti di ossigeno.

Ove si moltiplichi il numero di ciascun equivalente per 12 1|2, si ottiene 12,5 pel numero che esprime l'equivalente d'idrogeno, 100 per quello che esprime l'equivalente di ossigeno; e gli altri numeri esprimeranno parimenti al-

lora quanto si richiegga, dei diversi corpi, per sostituire 100 parti di ossigeno, 12 1|2 d'idrogeno. Moltiplicando così tutti gli equivalenti per un solo e medesimo numero, non si cangiano i rapporti, nei quali si trovano gli uni rispetto agli altri; e non importa affatto, che si prenda per unità il numero relativo all'idrogeno, o quello, che si riferisce all'ossigeno = 100.

LETTERA SESTA

Alcune considerazioni di più sugli atomi. — Forma degli atomi. — Forma dei cristalli. — Cristallizzazione confusa dei sali; sua cagione; forma uguale dei cristalli, ed uguale costituzione atomica. — Isomorfismo. — Peso specifico. — Volume degli atomi.

Secondo l'idea che noi ci facevamo degli atomi, conviene che essi occupino un certo spazio, ed abbiano una certa forma. Dalla loro reciproca combinazione risultano atomi composti, che occupano naturalmente uno spazio o maggiore o minore degli atomi semplici presi insieme; secondo la loro composizione, o secondo la maniera con cui gli atomi sono disposti, la forma deve subire modificazioni. Ben inteso che sono nei corpi cristallizzati, le cui particelle più piccole hanno una determinata forma, si può osservare la relazione, che esiste tra la forma del cristallo, e la sua composizione. A tale riguardo si fecero le seguenti osservazioni assai importanti: quando due sali, ciascuno dei quali abbia una forma diversa di cristallizzazione, vengono a cristallizzarsi entro un solo e medesimo liquido, i cristalli di uno dei due sali formansi perfettamente come se

Digitized by Google

l'altro sale non esistesse entro il liquido. Se noi gettiamo del nitro e del sal marino in una sufficiente quantità di acqua, i due sali vi si sciolgono; se porremo la soluzione sopra di un fornello caldo, l'acqua si svaporerà poco a poco ed i due sali si deporranno di bel nuovo, sotto forma di cristalli, in fondo al vaso; e si potranno, ad occhio nudo, distinguere i cubi del sale marino, ed i prismi del nitro. Se noi ritireremo dal liquido un cristallo di sal marino, e lo laveremo alquanto con acqua pura, vedremo che il cristallo non conterrà la menoma particella di nitro, nè il nitro la più piccola porzione di sal marino.

Se ora si consideri che i due cristalli sonosi formati simultaneamente entro lo stesso liquido, dalla proprietà stessa dei cristalli, risulta evidentemente, che le particelle di sale marino, formando un cristallo, non attirarono che particelle di sal marino; mentre quelle del nitro attirarono soltanto particelle di nitro, e che in questo si effettuò un aumento di volume.

Quando finalmente tutta l'acqua venne evaporata, rimane un'intima miscela di sal marino e di nitro; tuttavia in questa miscela, ogni cristallo isolato di sal marino trovasi separato dai cristalli isolati del nitro.

Se, entro gran quantità di acqua calda, si ponga solfato di magnesia con nitro, poscia si decanti il liquido, saturato dai due sali, allora, per effetto di un lento raffreddarsi del liquido, formasi un deposito di cristalli di solfato di magnesia e di cristalli di nitro; ma i cristalli isolati del nitro non contengono solfato di magnesia: nè i cristalli isolati del solfato di magnesia contengono nitro. È chiaro, che, anche in questo caso, le molecole del solfato di magnesia non ebbero alcuna specie di attrazione per quelle del nitro; dobbiamo credere, al contrario, che avvenne fra di esse una specie di ripulsione; perchè, altrimenti, le molecole del nitro e quelle del solfato di magnesia, o quelle del nitro e del sale marino, non si sarebbero depositate, una a lato dell'altra, ma bensì a strati, una sull'altra.

Lo stesso non succede col solfato di magnesia in compagnia del solfato di niccolo o di zinco: Quando questi due

sali vengono a cristallizzarsi entro un medesimo liquido, non si osserva alcuna separazione fra il solfato di zinco e il solfato di magnesia; ma i cristalli formati contengono simultaneamente solfato di zinco e solfato di magnesia, oppure solfato di niccolo e solfato di magnesia; e ciò, in tutte le proporzioni possibili, secondo le quantità dei due sali, che si trovarono assieme nella soluzione. Si comprende facilmente, che le particelle di solfato di zinco, e quelle di solfato di magnesia, le quali si depongono, hanno un'attrazione comune, ed evidentemente uguale; perchè un cristallo di solfato di magnesia attirò a sè una particella di solfato di zinco, come se quest' ultima fosse stata un'altra molecola di solfato di magnesia, e reciprocamente; non v'ebbe qui una specie di scelta, come accade fra il sal marino ed il nitro.

Se ora si paragoni un cristallo di solfato di niccolo con un cristallo di solfato di magnesia, si scopre che essi possedono ambedue una forma identica di cristallizzazione; che il cristallo di solfato di magnesia ha la sembianza di un cristallo bianco di solfato di niccolo, e che il solfato di niccolo ha quella del solfato verde di magnesia; non vi si può scorgere alcuna diversità, nè negli angoli, nè negli apici nè sui margini.

Ora, poichè un cristallo grande consiste nell' aggregato di cristalli più piccoli, necessariamente ne deriva, che l'ultimo corpicello di solfato di niccolo abbia la medesima forma come l'ultimo del solfato di magnesia, oppure (il che vale lo stesso) che il gruppo degli atomi, che si riunirono per costituire un atomo di solfato di zinco o di solfato di niccolo, abbia una forma uguale al gruppo, che costituisce un atomo di solfato di magnesia.

In questa maniera il cristallo, col quale i due gruppi trovansi riuniti, uno accanto all'altro, possiede la forma, che distingue ciascuna delle sue parti costituenti (il solfato di magnesia ed il solfato di zinco, oppure il solfato di niccolo).

Altre osservazioni dimostrarono, che l'uguaglianza di forma nella cristallizzazione di due corpi, non è la sola ragione, per cui essi cristallizzino insieme, e che fa che la

forma dei loro cristalli mischiati assieme fia uguale a quella delle loro parti costituenti.

Così per esempio, un cristallo di sal ammoniaco possiede la stessa forma geometrica di un cristallo di allume; tuttavia, sciolti entro un solo e medesimo liquido, cristallizzano separatamente l'uno dall'altro: i cristalli di allume, che vi si formano, non contengono l'altro sale; nè i cristalli di questo contengono allume; ciò avviene evidentemente perchè, malgrado la forma identica dei cristalli più piccoli, pure la forza, colla quale i corpicelli di allume attraggonsi fra di loro, o quella con cui la particelle di sal ammoniaco attiransi pure fra di loro, è molto maggiore della forza attrattiva, che agisce fra le molecole di questo e quelli di allume; poichè quest'ultima forza non riesce manifesta all'osservazione.

Se ora si paragoni la composizione delle combinazioni, che non cristallizzano insieme, quantunque dotate di una identica forma di cristallizzazione, colla composizione di quelle che, nelle stesse circostanze, formano cristalli frammisti insieme, si scorge che le prime hanno una composizione dissimile, mentre la composizione dalle altre è simile per ogni verso. Così, il solfato di magnesia, il solfato di zinco, il solfato di niccolo, contengono un numero uguale di atomi composti; a segno che un cristallo di solfato di magnesia non differisce dagli altri due, se non perchè questi ultimi contengono un atomo di niccolo o di zinco. invece di un equivalente, e di un atomo di *magnesium*; talmente che noi otteniamo solfato di zinco o di niccolo, quando rimoviamo il magnesio da un cristallo di solfato di magnesia, e gli sostituiamo un equivalente, o di zinco o di niccolo.

Il sale ammoniaco contiene soltanto due atomi composti, nelle sue parti costituenti; mentre l'allume, il quale cristallizza sotto la medesima forma, contiene trenta atomi composti. Non ci potremmo figurare composizione più dissimile: essi non si cristallizzano insieme.

In tutte le ricerche, fatte più tardi, si osservò sempre che la somiglianza nella composizione, indica in molti casi una forma identica nei cristalli; che quando due combina-

zioni, le quali nei loro cristalli hanno una forma identica, producono cristalli misti, dotati della medesima forma geometrica, esse, per la maggior parte, hanno una composizione parimenti simile; vale a dire, che esse contengono un numero uguale di atomi (o di equivalenti) disposti nella stessa maniera. Nei casi, in cui due sali, i cui cristalli hanno forma diversa, cristallizzano insieme, accade sempre che la forma del cristallo misto è identica a quella di uno dei due sali, e che la sua costituzione è simile a quella di questo sale. Così è, che da una mescolanza di solfato di rame e di solfato di zinco (due sali di forma diversa, e di costituzione dissimile) si ottengono cristalli, parte dotati della forma di solfato di rame e parte di quella del solfato di zinco, secondo che la quantità dell'uno o dell'altro trovasi eccedente; ed è pure dimostrato che, quanto alla loro composizione, i primi sono simili al solfato di rame, gli altri al solfato di zinco.

I più belli esempi, che dimostrano come la forma dei cristalli in molte combinazioni sia affatto indipendente dalla diversità degli elementi, ci sono offerti dalle varie specie di allume: gli allumi sono corpi, coi quali vengono indicate parecchie combinazioni, che possedono una costituzione simile a quella dell'allume ordinario, le parti costruenti del quale, sono: acido solforico, allumina, potassa ed acqua.

L'allume cristallizza in belli ottaedri regolari. Noi possiamo privarlo dell'allumina, e sostituirvi l'ossido di ferro, o di cromo, o di manganese, senza che nulla siasi cangiato, quanto alla sua forma ed alla sua costituzione. L'allume di ferro (quello, cioè, che invece di allumina, contiene ossido di ferro) è sempre incoloro, e non offre alcuna diversità da quello di allumina, quanto alle sue esterne proprietà (12). L'allume di cromo non va distinto altrimenti che pel suo colore nero rossigno, e l'allume di manganese, pel suo colore violaceo. Quando un cristallo di allume di cromo si ponga in una soluzione di allume ordinario di allumina, saturata a freddo, si vanno formando strati di piccoli cristalli di allume d'allumina sulle faccie del cristallo d'allume di cromo, come se i piccoli cristalli fossero altrettante particelle di

cromo. La superficie, che nelle sue dimensioni cresce più rapidamente, è quella che tocca il fondo del recipiente; e se ogni giorno si rimesti il cristallo e lo si faccia crescere regolarmente per tutte le sue faccie, ottiensi alfine un ottaedro regolare d'allume di allumina, bianco e trasparente, al centro del quale trovasi, a guisa di nocciolo, un ottaedro regolare nero-rossigno d'allume di cromo.

Noi possiamo pure, in modo affatto simile, dall' allume separare l'acido solforico, e sostituirvi, sia l'acido cromico, sia l'acido selenico, la composizione dei quali è simile; possiamo in seguito sostituire alla potassa l' ossido d' ammonio, senza punto cangiare la sua forma di cristallizzazione. È dimostrato che non solo in questo esempio dell'allume la forma della nuova combinazione resta invariabile, ma bensì, e principalmente in tutti i casi in cui l'allumina, l' ossido di ferro, l'ossido di cromo, l' ossido di manganese, oppure l'acido solforico, l'acido cromico, l'acido selenico, ossia ancora la potassa e l' ossido di ammoniaca si sostituiscono nelle combinazioni: soltanto si osserva che nel caso in cui, per effetto di queste sostituzioni, trovasi aggiunta una nuova parte costituente, o trovasi espulsa una di quelle che esistevano, manifestamente la forma del cristallo varia anch'essa, perchè la sua costituzione diviene allora dissimile.

Vennero successivamente segnalati tutti i corpi che, in combinazioni finali si sostituiscono a vicenda senza che il cristallo cangi forma, e furono classificati in serie: questi corpi hanno ricevuto la denominazione di sostanze *isomorfe* (di forma uguale), la quale indica benissimo tale proprietà. Si dice per esempio che il *cloro*, il *bromo*, l'*iodio*, il *cianogene*, il *fluore*, oppur anche che la *calce*, la *magnesia*, il *protossido di ferro*, il *protossido di manganese*, sono *isomorfe*; il che significa adunque, che quelle loro combinazioni, che sono composte in modo simile, producono cristalli di egual forma, e che tali corpi possono sostituirsi nelle loro combinazioni senza arrecare alcun cangiamento nella forma del cristallo.

A niuno sfuggirà, che un cristallo di allume può conte-

nere quantità indeterminate e variabili di perossido di ferro e di allumina o di potassa e di ossido di ammonio, senza cessare, per questo, di essere un cristallo di allume, e di essere riguardato come allume; che la proprietà delle sostanze isomorfe consiste appunto nel potere sostituirsi fra di loro, non mica in proporzioni particolari ed invariabili, ma bensì in tutte le relazioni possibili. La proprietà di tali combinazioni parve contrastare alla legge, allora già conosciuta, dalle proporzioni fisse e costanti delle combinazioni chimiche; tuttavia colla conoscenza di quest'ultima cagione, quella dell'eguaglianza di forma e di un'uguale attrazione fra le molecole, gli effetti si spiegarono nel modo più semplice o soddisfacente.

Questa bella scoperta che fu fatta da un tedesco, fu di grandissima importanza, principalmente per la mineralogia. Si trovavano in addietro innumerevoli difficoltà quando si tentava di classificare i minerali secondo le loro parti costituenti, e secondo la loro composizione; i chimici più studiosi contraddicevansi riguardo alla costituzione dei minerali, anche più distinti.

Così, nel grenato di Arendal, si trovava più di 13 p. c. di magnesia, il quale mancava totalmente in quelle di Fahlun, in quello del Vesuvio. L'analisi del grenato nobile offriva 27 p. c. di allumina, mentre che non ve n'era indizio nel grenato giallo d'Altenau. Quali erano dunque le parti costituenti del grenato? Quale era la sua composizione propriamente detta. Tutte queste difficoltà si appianarono con grande semplicità; dove mancò l'allumina trovossi l'ossido isomorfo di ferro; dove mancò la magnesia, trovossi la calce isomorfa; e venne dimostrato che il grenato contiene quantità variabili di ossidi isomorfi, di ossidi di ferro e di allumina; oppure di calce, di protossido di manganese, di protossido di ferro; i quali possono reciprocamente sostituirsi senza che la combinazione cangi forma.

Misure esattissime dei cristalli dimostrarono più tardi, che le combinazioni simili delle sostanze isomorfe non vestono sempre esattissimamente la medesima forma; che gli

angoli piani non sono per conseguenza sempre identici; e fu incontrastabilmente il miglior fondamento della nostra opinione sull'esistenza degli atomi quello di avere potuto spiegare tali deviazioni col mezzo di osservazioni che si collegano alla teoria atomica.

In fatti, se rendiamo sensibile come un cristallo risulti da una soprapposizione di atomi, ciascuno dei quali possiede una certa forma, e che la forma d'ogni cristallo è dipendente dalla forma delle sue minime parti, l' atomo dell'allumina, nell'atomo di allume, occuperà un certo spazio. Se noi rimoviamo da questo cristallo l'atomo di allumina, e porremo in suo luogo un atomo d'ossido di ferro, il cristallo di allume conserverà la sua forma geometrica se l' atomo d' ossido di ferro ha la forma uguale a quella dell'atomo di allumina, ma allora soltanto, se esso avrà la stessa grandezza, se il suo volume sarà uguale al volume dell'atomo di allumina, la forma del cristallo d'allume rimarrà assolutamente la stessa.

Però, se in generale l'acido isomorfo non occupa esattamente lo spazio che fu occupato dall'ossido, al quale ei venne sostituito; se il suo volume è minore o maggiore, è necessario che questa differenza si manifesti nelle rispettive inclinazioni dei margini del cristallo verso il suo asse.

Con un mezzo ingegnosissimo si riuscì a paragonare lo spazio che in una combinazione occupano gli atomi delle sostanze isomorfe, che si sostituiscono fra di loro. Tutti sanno che i corpi solidi, liquidi e gazosi, sotto un volume uguale, hanno un peso disugualissimo. Noi involontariamente paragoniamo lo spazio occupato da un pezzo di legno, con quello occupato da un pezzo di piombo che abbia esattamente le stesse dimensioni, quando noi diciamo che il legno è più leggiero del piombo. Una libbra di legno pesa esattamente lo stesso come una libbra di piombo; ma un pollice cubo di piombo pesa undici volte più, che un pollice cubo di legno. Tali differenze di peso, che, a volume uguale, i corpi manifestano, vennero dai fisici de-

terminate con molta precisione, e unicamente espresse col mezzo dei così detti *numeri dei pesi specifici*.

Nello stesso modo, con cui si può paragonare il peso di due corpi, cercando quante volte una conosciuta unità di peso (per esempio, il peso di una libbra) è contenuta nella massa di ciascuno dei due corpi, senza avere alcun riguardo allo spazio che occupano; così pure, secondo una convenzione fatta per determinare i pesi specifici dei corpi, s'impiega una unità di peso di un *volume conosciuto*. Quante volte un corpo pesi di più di un altro, dato un ugual volume, si esprime col mezzo di un numero che si riferisce al peso di una massa d'acqua, che occupi lo stesso spazio. È dunque il peso di un egual volume d'acqua che serve di misura: questa è l'unità di peso; ed il numero, che indica il peso specifico di un corpo, esprime quante volte questo corpo pesa più, o meno, oppure quante volte l'unità di peso vi si contiene per egual volume.

Per determinare il peso di un corpo, senza avere alcun riguardo al suo volume (cioè al suo peso assoluto), noi lo collochiamo sopra un piattello d'una bilancia, e nell'altro piattello collochiamo tante unità di peso (p. e. tante libbre), quante richiedonsi affinchè i due piattelli rimangano in equilibrio; vale lo stesso che le unità di peso siano di piombo, di ferro, di platino, di legno, o di qualunque altra sostanza. Se ora, invece del peso d'una libbra o di un'oncia di ferro, noi c' immaginassimo di porre il peso d' una libbra, o di un'oncia d'acqua; se noi, dopo di avere collocato il corpo sovra di un piattello, versassimo acqua nell'altro, finchè i due piattelli si facciano perfettamente equilibrio, avremmo allora espresso il peso del corpo in oncie ed in libbre d'acqua. Ora, se paragoniamo lo spazio, che occupa il corpo pesato, collo spazio tenuto dalla massa d'acqua, che pesa altrettanto di questo corpo, sapremo allora esattamente quante volte, a peso uguale, l'acqua occupi più o meno di spazio, che l'altro corpo. Qualora sovra un piattello noi collocassimo un pollice cubo di ferro, avremmo bisogno di 7 3|4 p. c. d'acqua per istabilire l'equilibrio: dunque, 1 p. c. d'acqua è 7 3|4 volte più leggiero

di 1 p. c. di ferro; ossia (che vale lo stesso) 1 pollice cubo di ferro è 7 3|4 volte più pesante che 1 pollice cubo d'acqua (*). I pesi specifici dei corpi altro non sono che i loro pesi misurati, ed espressi dal peso di un egual volume d'acqua.

I numeri 7, 75 pel ferro; 11, 3 pel piombo; 1, 989 pel solfo; 4, 948 pel iodio; 1, 38 pel cloro liquido, hanno appena bisogno di spiegazione; esprimono quante volte il ferro, il piombo, il solfo, il iodio, il cloro liquido, pesano più che un egual volume d'acqua; la differenza di peso fra due volumi eguali di zolfo e di ferro, sta nel rapporto dei numeri 1, 989 e 7, 75; quella di due volumi uguali di iodio e di cloro, sta nella relazione dei numeri 4, 948, e 1, 380.

La differenza di peso di due corpi di un volume uguale, resta affatto il medesimo, per grande, o piccolo che si supponga questo volume; i numeri crescono o diminuiscono col cangiamento di volume, ma sempre nella stessa relazione, con cui il volume di uno dei due corpi cresce o diminuisce, rispetto al volume dell'altro. La differenza di peso fra 2 pollici cubi di iodio, ed 1 pollice cubo di cloro, viene espresso da due volte 3, 948 = 9, 896, e da 1, 380 ecc.

Esiste evidentemente una ragione, per cui i corpi, sotto ugual volume, diano pesi disuguali. Ora, secondo il nostro modo d'intendere la costituzione dei corpi, ognuno di questi consiste in un aggregato di molecole, che hanno un

(1) Soltanto a modo d'esempio accenniamo qui come si possa determinare colla massima esattezza il volume dei corpi, che determinarsi altrimenti non possono col mezzo degli stromenti, che servono a misurare, come p. e. una data quantità di arena. Figuratevi un vaso munito di scala che indichi la sua capacità espressa in pollici cubi (di cui ogni pollice cubo si divida ancora in altrettante 100 parti uguali), ove si empia il vaso per metà d'acqua, ed in seguito vi si versi l'arena pesata, il livello dell'acqua si alzerà di quanto venne dal volume d'arena aggiunto al volume di quest' acqua, e la differenza fra il livello, quale esso era prima dell' introduzione dell'arena, ed il livello presente indicherà quale sia il volume di quest' arena in pollici cubi, ed in centesimi di pollici cubi.

certo peso, ciascuna delle quali occupa un certo spazio, e possiede una certa forma. La conoscenza delle sostanze isomorfe pone in evidenza questo fatto; cioè, che la loro rispetiva sostituzione nella forma del cristallo deriva da ciò che gli atomi hanno la medesima forma e grandezza; e quando noi vediamo che, nel sostituirsi di un corpo ad un altro, la forma cristallina della combinazione non è più la medesima, convien supporre, che tale cangiamento succeda perchè gli atomi di quest'altro corpo hanno un'altra forma, o perchè non occupano lo stesso spazio nella combinazione.

Dall'insieme di queste considerazioni siamo indotti a supporre, che tali particelle dei corpi, da noi chiamate atomi, siano inegualmente pesanti od inegualmente grandi; per questa supposizione, il peso specifico viene in modo semplice spiegato; perchè, infatti, il piombo, ad ugual volume, pesa più del ferro; il ferro più del zolfo; il iodio più del cloro? Si è perchè, o l'atomo di iodio pesa più di quello del cloro; o che nello stesso spazio v'ha un maggior numero d'atomi di piombo di quanto v'abbiano p. e. atomi di ferro.

Quando, nello spazio di un pollice cubo, noi immaginiamo un numero eguale, sia p. e. 1000 atomi di iodio, o di cloro, è chiaro che i pesi specifici di questi due corpi esprimono le differenze; se il pollice cubo di iodio pesa 4, 948 gramme; 1|1000 di pollice cubo di iodio, in cui si trovasse un solo atomo di iodio, dovrebbe adunque pesare 4948 gramme; mentrechè 1|1000 di pollice cubo di cloro, dove si trovasse un solo atomo di cloro, peserebbe, per la stessa ragione, 1380 gramme. Laonde 1|1000 di pollice cubo di iodio nel quale non esisterebbe che un solo atomo d'iodio, dovrebbe adunque pesare, stando a ciò che si disse, 4948 grammi, mentre che 1|1000 di pollice cubo di cloro, in cui non sarebbe altro che un solo atomo di cloro, peserebbe, per la stessa ragione, 1380 grammi.

Ma il cloro ed il iodio sono reciprocamente isomorfi; noi supponiamo che i loro atomi siano ugualmente grandi; e poichè, in volumi uguali di iodio e di cloro, trovasi un numero uguale di atomi dell'uno e dell'altro, conveniva

bene, infatti, che i loro pesi specifici fossero reciprocamente nello stesso rapporto come i numeri dei loro equivalenti, od i pesi dei loro atomi; così, per rimuovere da una combinazione 4948 grammi di iodio, e sostituirvi del cloro, si richiederebbero esattamente 1380 gramme di cloro. Una semplice regola del tre dimostra che tale appunto è il caso. Il peso specifico dell'iodio, relativamente a quello del cloro, è come 4,948 a 1,380, ovvero che i loro equivalenti (ed in ciò non si muta punto il rapporto proporzionale) stanno fra di loro come 12, 6 di iodio a 35, 2 di cloro.

Questo importante rapporto, da cui, nella sfera delle osservazioni filosofiche, si trasse inaspettatamente una proprietà fisica (quella del peso specifico) si è verificato in tutte le sostanze isomorfe; i numeri che esprimono i loro pesi specifici, esprimono anche i rapporti di pesi, nei quali esse si sostituiscono a vicenda nelle combinazioni; sono appunto i medesimi rapporti, come quelli, che noi conosciamo espressi dai numeri degli equivalenti; ed ogniqualvolta si è manifestata una deviazione nei corpi isomorfi, ed ogniqualvolta, per conseguenza, i pesi specifici non si sono esattamente accordati nel senso, che noi vi connettiamo, tale deviazione si trovò indicata dalla declività delle superficie del cristallo, p. e. dagli angoli formati da' suoi margini col suo asse. La forma del cristallo non resta identica, fuorchè quando gli atomi delle sostanze isomorfe, che si sostituiscono fra di loro, hanno tutti forma e volume uguali. Se il volume dell'atomo che entra, è minore di quello dell'atomo che esce, conviene che ciò si manifesti per mezzo della forma vestita dal nuovo cristallo.

A fine di poter paragonare ed esprimere in numeri, pei varii corpi, gli spazii occupati e riempiti dai loro atomi, si fece ricorso al modo di osservazione seguente:

Supponiamo che i numeri indicanti gli equivalenti esprimano veri pesi; supponiamo che il numero 35, 2, pel cloro, significhi 35, 2 oncie di cloro; che quello di 12, 6, pel iodio, significhi 12, 6 oncie di iodio; che 27, 2, pel ferro, esprimano 27, 2 oncie di ferro; che 29, 6, pel niccolo, siano

29, 6 oncie di niccolo; dividiamo ciascuno di questi numeri pel peso di un *pollice cubo* di *cloro*, di *iodio*, di *ferro* di *niccolo* o (il che vale lo stesso) pel peso specifico di ciascuno di questi corpi (prendendo un pollice cubo d'acqua per unità, un pollice cubo di cloro peserà 1380 oncie: un pollice cubo di iodio 4948 oncie, 1 pollice cubo di ferro 7,790 oncie, ed un pollice cubo di niccolo 8,477 oncie); è chiaro che, per questo mezzo, si conosce quanti pollici cubi di cloro, di iodio, di ferro, di niccolo contengansi in un equivalente di cloro, di iodio, di ferro, di niccolo. I quozienti ottenuti indicheranno adunque quale sia lo spazio, espresso in pollici cubi, occupato da un equivalente di cloro, di iodio, di ferro o di niccolo; ossia, più generalmente, esprimiamo il rapporto dei volumi di questi corpi coi loro equivalenti, o coi pesi dei loro atomi.

Gli atomi delle sostanze isomorfe, secondo la nostra supposizione, sono della stessa forma e grandezza; il loro numero, sotto volumi uguali, è pure uguale; se ora, in un equivalente di cloro, contengonsi altrettanti atomi, quanti ve n'ha in un equivalente di iodio, conviene che noi otteniamo lo stesso numero, dividendo i loro pesi specifici pei pesi degli atomi; ora, 35, 2, peso dell'atomo del cloro, diviso per 1,380, peso specifico dello stesso corpo, dà il numero 25; ed il numero 12, 6, peso dell'atomo di iodio, diviso per 4, 948, peso specifico dello stesso corpo, dà pure il numero 25.

Si capisce facilmente che, secondo la nostra supposizione, la cosa non può succedere altrimenti. Il peso degli atomi, ossia il numero che esprime l'equivalente dei corpi isomorfi, essendo diviso pel peso specifico, deve offrire un solo e medesimo quoziente, poichè tali corpi, a volumi uguali, contengono un numero uguale di atomi; se il numero degli atomi è ineguale, o se questi differiscono nelle loro forme e dimensioni, tale differenza si farà anche riconoscere nei loro quozienti. Ecco la ragione per cui la cognizione di questi numeri riesce di grande momento pel confronto; e, per assegnare ad essi un nome, vennero chiamati *volumi degli atomi*, ossia *volumi specifici*.

Per questa ragione si dice che il volume degli atomi del cloro è 25; quello degli atomi del iodio è pure 25; essendo identici i due volumi, i due corpi sono *isomorfi*; il volume degli atomi dello zolfo è 8; assai dunque differisce da quello degli atomi del cloro, col quale esso non è isomorfo; ma è uguale a quello degli atomi del selenio, con cui esso è isomorfo.

Questi numeri manifestano, a primo colpo d'occhio, quali sono i corpi che, sotto volumi eguali, contengono un numero eguale, od ineguale, di atomi; i loro rispettivi rapporti sono, per questa ragione, paragonabili; e la loro esatta determinazione è della massima importanza.

Digitized by Google

LETTERA SETTIMA

Apparecchi chimici. — Materiali di cui sono composti. — Vetro. Gomma elastica. — Sughero — Platino. — La bilancia. — Gli elementi degli antichi. — Lavoisier e i suoi successori. — Studio degli elementi della terra. — Produzione sintetica dei minerali; quella dell'azzurro. — Chimica organica.

Quando si vuole parlare dei progressi e dello sviluppo della chimica moderna non si può a meno di segnalare tutto il merito degli apparecchi e dei mezzi di cui la chimica si serve ne' suoi lavori. Non avremmo forse fatto la metà dei nostri progressi senza il vetro, il sughero, il platino e la gomma elastica. Ai tempi di Lavoisier pochi soltanto, ed i più ricchi, potevano attendere ad indagini chimiche, perchè gli apparecchi erano troppo dispendiosi.

Tutti conoscono le mirabili proprietà del vetro: trasparente, duro, senza colore, resistente all'azione degli acidi e della maggior parte dei liquidi; a certe temperature più maneggiabile e flessibile della cera. Nella mano del chimico, davanti alla fiamma di una lampada ad olio, il vetro assume la forma ed i contorni di tutti gli apparecchi di cui il chimico abbisogna per li suoi sperimenti.

Digitized by Google

Quali preziose qualità non si trovano riunite nel sughero! Pochi sanno apprezzarne il valore e riconoscerne tutte le proprietà; invano ci affaticheremmo di sostituire al sughero qualche altra cosa per turare una bottiglia nel modo ordinario. Figuratevi una sostanza molle, estremamente elastica, cui la natura medesima ha imbevuto di una sostanza (la *suberina*) che tiene il mezzo fra la cera, il sego e la resina, e che le conferisce la proprietà di essere intieramente impenetrabile dai liquidi e, fino ad un certo segno, anche da tutti i fluidi aeriformi. Col mezzo del sughero noi congiungiamo tubi larghi e tubi stretti, e col mezzo della gomma elastica e del sughero possiamo costrurre gli apparecchi di vetro più complicati, senza perciò avere bisogno del lavoratore in metalli, nè del meccanico, nè di vite, nè di chiavette. Gli apparecchi del chimico sono ad altrettanto buon prezzo, quanto più prontamente vengono costrutti e rinnovati.

Senza platino niuno potrebbe eseguire un'analisi di un minerale. Conviene sciogliere il minerale, disgregarlo, cioè renderlo atto alla soluzione. Il vetro, la porcellana, tutti i generi di crogiuoli non metallici si distruggono dai mezzi che servono a disaggregare i corpi; crogiuoli d'argento o d'oro si fonderebbero alle temperature elevate; il platino costa meno dell'oro; è più duro, più solido dell'argento; è infusibile a tutte le temperature de' nostri fornelli; non è intaccabile dagli acidi, nè dai carbonati alcalini; riunisce in sè le proprietà dell'oro e quelle della porcellana infusibile. Senza il platino la composizione della maggior parte de' minerali sarebbe forse oggidì ancora sconosciuta. Senza il sughero e la gomma elastica non potremmo fare il meccanismo pe'nostri lavori. Senza la gomma elastica non solo gli apparecchi sarebbero dispendiosi e facili a frangersi: ma il principale vantaggio che ambedue queste sostanze ci procurano è il risparmio di tempo, ed è il più prezioso di tutti.

Ora il laboratorio del chimico non è più la vôlta apira tetra e fredda del metallurgico, nè l'officina dei prodotti chimici è sopraccarica di storte e di apparecchi per distil-

lare; ma è una camera chiara, calda e gaia: invece di fornelli e di carbone, il chimico adopera lampade perfettamente costrutte, il cui fuoco gli procura la fiamma dello spirito di vino, pura, e senza odore; il chimico fa le più minute ricerche con mezzi così semplici, ai quali si deve anche aggiungere la bilancia.

Pesare, misurare; ecco ciò che distingue la chimica dalla fisica; si può anzi dire che non corre altro divario fra ambedue. Sono già molti secoli, che i fisici misurano, ma solo quasi da cinquant' anni, essi cominciarono a pesare. Tutte le grandi scoperte fatte da Lavoisier, si devono alla bilancia; a quest' incomparabile stromento, al quale si collegano tutte le osservazioni, o tutte le scoperte; che dissipa tutti i dubbi, e che mette in piena luce la verità; che ci fa vedere se ci siamo ingannati, e se pure siamo nella retta strada. La bilancia è che pose termine al regno di Aristotile; il suo metodo di fare, della spiegazione di un fenomeno della natura, un giuoco dello spirito, cedè il luogo alla reale investigazione della natura. Tre de'suoi elementi non sarebbero oggidì fuorchè l'espressione dei diversi stati dei corpi. Tutto quanto esiste sulla terra ha sempre posseduto prima, come più tardi, lo stato solido, e lo stato liquido, o lo stato aeriforme; tuttavia la terra, l' acqua e l'aria appartennero alla storia come elementi. Il fuoco fu il visibile e sensibile rappresentante della mutazione di questi tre stati.

Il determinare la composizione della corteccia solida della terra fu il principale problema della generazione, che venne dopo Lavoisier; la costituzione dell'aria atmosferica, quella dell'acqua, erano già state da Lavoisier determinate; ai diciotto metalli, già conosciuti, altri ventiquattro vennero aggiunti (13). Venne successivamente colmandosi il grande vuoto, che v'era fra l'ossigeno ed i metalli. La maggior parte dei minerali apparvero composti di due o di più ossidi, in rapporti fisici ed invariabili: cioè combinazioni d'ossidi metallici con altri ossidi, il cui radicale, il carbonio od il *silicio*, si allontanano essenzialmente dai metalli nelle loro

proprietà. Un'altra classe di minerali comprese le combinazioni dello zolfo, i solfiti in cui lo zolfo fa le veci dell'ossigeno; ad eccezione di un clorito (il sale marino), la massa delle altre combinazioni, i fluoriti, gli arseniti, ecc., si rinvenne estremamente piccola.

La chimica dei minerali non si occupa soltanto dell'analisi; ma, per mezzo della sintesi, dimostra la formazione della pietra pomice, del feldspath, della mica, dei metalli solforati. Ma nella carriera delle scoperte, il suo maggior trionfo rispetto alla produzione artificiale dei minerali, fu incontrastabilmente quella del *lapis-lazuli*: nessun minerale poteva offrire maggiore importanza, quanta quest'ultimo; le sue parti più sottili offrono il colore (così prezioso per la pittura) di un bello azzurro invariabile all'aria, e nel fuoco anche più vivo. L'oltremare costava più dell'oro; la sua produzione sembrava dover essere impossibile, perchè l'analisi aveva invano cercato di scoprirvi un pigmento; esso non conteneva alcuna materia colorante, ma soltanto silice, allumina, soda; tutte e tre prive di colore; zolfo, e ferro, di cui nè l'uno nè l'altro sono azzurri. Oltre a questi corpi, niun altro venne trovato, al quale si potesse attribuire il colore. Ora con silice, allumina, soda, ferro e zolfo, si fabbricano più migliaia di libbre di un oltremare ancora più bello del naturale; e per tal somma di danaro che prima non sarebbe bastata che per l'acquisto di un' oncia, ora se ne comprano parecchie libbre.

Si può dire che, per la fabbricazione del *lapis-lazuli* artificiale, la produzione dei minerali cessò di essere il soggetto di un problema scientifico pel chimico. Chi potrebbe dubitare, che questo problema debba cessare di occupare il geologo? Ma passerà tempo assai prima che i geologi prendano la risoluzione di fare sperimenti, che non si possono più attendere dai chimici; perchè per questi ultimi, ogni importanza è esaurita; per questo rispetto, agli occhi del chimico non v' ha più questione da risolversi.

Dopo la conoscenza delle parti costituenti della corteccia solida della terra; dopo quella delle rispettive azioni delle

sostanze, che non possono più suddividersi; quella dei metalli e dei metalloidi; bisognava che, secondo il logico andamento dello studio della natura, ne seguisse immediatamente, come oggetto dei lavori del chimico, la più elevata potenza di certi principii, che si pongono in azione per la attività della vita nella pianta e nell'animale (14).

Digitized by Google

LETTERA OTTAVA

Del cangiamento di forme, cui soggiace la materia. — Trasformazione dei gaz in liquidi ed in corpi solidi. — Dell'acido carbonico. — Sua proprietà allo stato solido. — Condensazione dei gaz, operata dai corpi porosi; dal platino poroso. — Importanza di questa proprietà della natura.

Io vi dissi, nella lettera precedente, che gli elementi degli antichi non avevano più altro valore che come simboli delle forme e degli stati nei quali la materia si offre a noi; ora posso aggiungere che tali stati dei corpi non sono costanti fuorchè relativamente; e la chimica moderna nulla riconosce di assolutamente solido, nè di assolutamente liquido, nè di assolutamente aeriforme. Egli è ben vero che col fuoco più ardente dei nostri fornelli non si può fondere il platino, nè l'allumina, nè il cristallo di rocca; tuttavia questi corpi si fondono come cera alla fiamma del cannello a gaz idrogeno ed ossigeno condensati; e fra i 28 gaz che si conoscono ve ne ha 25 che possono liquefarsi, anzi uno di loro si può condensare fino a solidità.

La legge di Mariotte, riguardata finora come vera per tutti i gaz, ha ora perduto il suo carattere di universalità. Non per tutti i gaz il volume diminuisce in ragione che versa la pressione sotto cui si comprimono; per verità sotto una pressione doppia o tripla la maggior parte di essi occupa uno spazio uguale alla metà od al terzo del loro

volume primitivo, ma già sotto una pressione quadrupla il gaz solforoso, il gaz cianogene non provano più una diminuzione di volume corrispondente alla pressione; tale diminuzione per questi gaz è maggiore assai. Quando si comprime dell'ammoniaca fino ad un sesto del suo volume alla temperatura ordinaria, ed acido carbonico fino a 1|36 del suo, questi gaz cessano dal seguire la legge di Mariotte. Sotto queste pressioni perdono in parte il loro stato aeriforme, prendono la forma di un liquido, e ritornano allo stato aeriforme sì tosto che diminuisca la pressione.

Gli apparecchi di cui si serve il chimico per liquefare i gaz sono mirabili per semplicità: un alto grado di freddo che egli produce artificialmente, ed un semplice tubo di vetro ricurvo a forma di ginocchio, tengono luogo di macchine potentissime di compressione (15). Il cianuro di mercurio scaldato in un tubo di vetro verde si decompone in gaz cianogeno ed in mercurio metallico; se lo si collochi in un tubo ermeticamente chiuso pei due capi, la scomposizione per mezzo del calore si effettua bene ancora, ma non potendo il cianogeno sfuggire, trovasi chiuso entro uno spazio che è parecchie centinaia di volte più piccolo di quello cui il gaz occuperebbe in un tubo aperto sotto la pressione ordinaria; ne risulta naturalmente, che la maggior parte di questo gaz prende la forma liquida nella parte del tubo che non è scaldata e che è debolmente raffreddata. Noi versiamo acido solforico in un vaso aperto, su pietra da calce, e vediamo svolgersene un gaz con effervescenza; se operiamo tale scomposizione entro un vaso chiuso di ferro bastantemente solido, ne ricaviamo più libbre di acido carbonico allo stato liquido. Si richiede una pressione di 36 atmosfere perchè l'acido carbonico si separi, allo stato liquido, dai corpi coi quali è combinato.

Tutti conobbero, per mezzo dei giornali, le notevoli proprietà dell'acido carbonico liquido. Una sottilissima goccia di questo liquido che si lasci sfuggire nell'aria, riprende il suo stato aeriforme con rapidità straordinaria, e la parte che si rende gazosa assorbe dall' acido carbonico che rimane liquido una quantità di calorico tanto ragguardevole,

che quest'ultimo si congela in bianca neve. Si sarebbe in fatti presa questa sostanza cristallina per vera neve, per vapore d'acqua congelata nell'aria, se uno studio più accurato non avesse dimostrato ben tosto che essa era acido carbonico pure allo stato di congelazione. All'opposto di quanto si sarebbe disposto a credere generalmente, quest'acido carbonico solido esercita intorno a se una pressione debolissima.

Mentre l'acido carbonico liquido contenuto in un tubo di vetro, dacchè si apre questo tubo riprende il suo stato gazoso con un' esplosione che rompe il vetro in mille pezzi, l'acido carbonico solido può, al contrario, prendersi in mano fra le dita, senza provare altra cosa fuorchè un'intensissima sensazione di freddo. Nella grande prossimità in cui si trovano le parti dell'acido carbonico solido si manifesta in tutta la sua potenza la loro forza di coesione, la quale altrimenti non è percettibile. Alla tendenza dell'acido carbonico a ripigliare lo stato gazoso, lo stato solido oppone un ostacolo che vien superato a poco o poco, e l'acido non ripiglia la forma gazosa fuorchè successivamente e di mano in mano che esso riceve calore dai corpi vicini.

Il grado di freddo, ossia, se amasi meglio, il raffreddamanto provato dai corpi che circondano l'acido carbonico solido nel momento in cui si fa gazoso, è smisuratamente grande. Dieci, venti libbre di mercurio, e più ancora, poste in contatto con una mescolanza di etere e di acido carbonico solido, si solidificano in pochi istanti, e diventano malleabili al martello. La generazione che ora cresce non potrà più essere testimonio di queste notevoli esperienze, perchè un deplorabile accidente pose in evidenza il pericolo straordinario che v'ha nel produrre acido carbonico in quantità così riguardevoli. Immediatamente prima del cominciamento del corso, prima che si preparasse la lezione nel laboratorio della scuola di farmacia a Parigi, il cilindro di ferro (di 2 1[2 piedi di lunghezza e di 1 piede di diametro), entro il quale si era svolto dell'acido carbonico, scoppiò con forza spaventevole, ed i frantumi del cilindro ruppero le due gambe del preparatore, che ben presto soc-

combette alle sue orribili ferite. Non si può pensare a quell'accidente senza fremere all' idea di quanto sarebbe accaduto, se una tale esplossione di un cilindro della più forte fondita, e simile ad un cannone, fosse succeduta in un grande anfiteatro, pieno di uditori; quando si pensa sovratutto che quello stesso cilindro aveva già più volte servito in simili casi a simili esperienze; il che rimoveva l'idea di qualsiasi pericolo.

Dappoichè è noto che la maggior parte dei gaz diventano liquidi per la compressione o pel raffreddamento, non venne più riguardata come un enigma la proprietà, così notevole, posseduta dal carbone poroso di assorbire e condensare questi gaz nella proporzione di 10 e 20 volte e, per alcuno dicesi, anche 70 ed 80 volte il suo proprio volume, come per esempio il gaz dell' ammoniaca e quello dell' acido cloridrico.

Trovandosi questi gaz contenuti in uno spazio parecchie centinaia di volte più piccolo, non si poteva porre in dubbio, che non ve ne fosse una parte allo stato liquido, od allo stato solido. Come in mille altri casi, l'azione chimica si sostituisce qui alle forze meccaniche; la nozione dell'aderenza ne ebbe maggiore estensione. Finora essa non si poteva accordare con un cangiamento di stato; ora la causa dell'aderenza di un gaz alla superficie di un corpo solido, è l'opposto della soluzione.

La più piccola particella di un gaz, p. e., una particella d'aria, per la sola compressione meccanica, può ridursi ad occupare soltanto uno spazio mille volte più piccolo; la sua massa sta alla superficie mensurabile di un corpo solido, come quella di un granello di midolla di sambuco sta ad una montagna. Per la sola azione delle masse, come effetto del peso, le particelle di gaz devono essere attirate dai corpi solidi, ed aderire alla loro superficie; se a quest'azione aggiungesi ancora un effetto chimico, quantunque debolissimo, allora i gaz coercibili non possono più conservare la loro forma di gaz.

Il condensamento dell'aria sovra un pollice quadrato di superficie non si può certamente misurare; tuttavia im-

maginiamo un corpo solido, che abbia parecchie centinaia di piedi quadrati di superficie, e che sia ridotto al punto di non più occupare che lo spazio di un pollice cubo; se pongasi questo corpo in un volume determinato di gaz, si vedrà per tutti i gaz, senza eccezione, tale volume diminuire; i gaz verranno, come dicesi, assorbiti. Or bene, i pori di 1 pollice cubo di carbone, nei casi meno favorevoli, offrono una superficie di 100 piedi quadrati; la proprietà di questo corpo, di assorbire i gaz, cresce nelle varie specie di carboni, col numero dei pori in un dato spazio; cioè i carboni, che sono provveduti di grandi pori, ne assorbono assai meno di quelli che ne hanno dei piccoli. Per questa ragione adunque, le sostanze porose, le roccie, le pietre permeabili, le zolle dei campi, sono veri corpi aspiratori d'aria, e di ossigeno nel medesimo tempo; ciascuna delle loro minime particelle si circonda di una reale atmosfera di ossigeno condensato; e se trovasi in prossimità di altre sostanze, che possano combinarsi con quest'ossigeno p. e., dei corpi che contengono carbonio ed idrogeno, questi ultimi si convertiranno in alimenti per la vegetazione, in acido carbonico ed in acqua. Lo svolgimento di calore, che risulta dall'aspirazione di quest'aria, e del vapore acquoso, o dall'inaffiamento della terra per mezzo della pioggia, si riconobbe come una conseguenza del condensamento dovuto a tali effetti di superficie.

Nel platino metallico venne trovato il più notabile assorbitore dell'ossigeno; il platino, metallo brillante, e bianco, precipitato da' suoi scioglienti, trovasi diviso in un tale grado di sottigliezza, che le sue minime parti non riflettono più luce; allora esso ha il colore del nero di fumo; in tale stato egli assorbe ossigeno in quantità maggiore di 800 volte il volume dei suoi pori; e conviene, che questo ossigeno vi si trovi in tale stato di condensamento, che si avvicini a quello dell'acqua allo stato liquido.

Quando le più piccole parti dei gaz trovansi ravvicinate così straordinariamente, allora si possono porre maggiormente in evidenza le loro proprietà: così condensati, il loro carattere chimico si manifesta ad un grado tanto più elevato,

quanto più s'indeboll il suo carattere fisico. Quest' ultimo consiste nella tendenza continua, che hanno le loro minime particelle di allontanarsi le une dalle altre; e, poichè l'azione chimica non mostrasi attiva, se non in certa prossimità, si può facilmente concepire, che l'elasticità dei gaz sia un ostacolo principale a tale manifestazione dell'azione chimica. Si è nello stato di ripulsione distrutta, nel quale i gaz si trovano quando sono posti nei pori, ed alla superficie di un corpo solido, che si manifesta tutta la loro azione chimica. Combinazioni, che l'ossigeno non poteva produrre nel suo stato ordinario, oppure scomposizioni, che esso non poteva operare, vanno effettuandosi colla maggiore facilità nei pori del platino, i quali contengono ossigeno condensato. Infatti nel nero del platino, od anche nella sponga di platino, si ha una specie di moto perpetuo, un orologio, che dopo di essere stato in movimento, si carica da sè; vi si trova una forza, che non si esaurisce mai, e che può rinnovare all'infinito effetti potentissimi.

Noi spingiamo una corrente d'idrogene sovra una sponga di platino, i cui pori contengono ossigeno condensato; allora i due gaz si combinano al loro mutuo contatto; nell' interno della sponga di platino, si forma dell'acqua, e l'immediata conseguenza di questa formazione d'acqua, cioè della combustione dell'idrogeno, è uno svolgimento di calore, per cui si arrossa il platino, e vi s' infiamma il gaz che in seguito vi arriva. Si tosto che noi interrompiamo la corrente del gaz infiammabile, i vuoti pori del platino si riempiono di ossigeno con massima rapidità, e si può il medesimo fenomeno riprodurre a piacimento.

Un gran numero di fenomeni, che fino allora erano rimasti senza spiegazione, trovarono la spiegazione più bella e soddisfacente nella scoperta del modo, con cui si comportano i corpi solidi, e sovratutto i corpi porosi: la trasformazione dell'alcool in aceto, l'attuale nostra fabbricazione accelerata di questo stesso aceto, che certamente costituisce uno dei più importanti rami dell'industria agronomica, si fondano oggidì sui principii, ai quali si pervenne con uno studio esatto delle proprietà da noi accennate (16).

LETTERA NONA

Fabbricazione della Soda col sale marino. — La sua importanza pel commercio e per le arti. — Vetro. — Sapone. — Acido solforico. — Raffinamento dell' argento. — Imbianchimento. — Commercio dello zolfo

La fabbricazione della soda, col mezzo del sale marino, si può riguardare come la base dell'estensione ordinaria, che l'industria moderna ha preso in tutte le direzioni; questa fabbricazione vi offrirà, spero, un esempio istruttivo della stretta colleganza, che stringe insieme i varii rami dell'industria e del commercio, e questi alla chimica.

Il carbonato di soda, e la sua principale parte costituente la soda, serve, in Francia, da tempo immemorabile, alla fabbricazione dei saponi, ed a quella del vetro; due prodotti dell'industria chimica, che da sè soli collocano di già grandi capitali in commercio. Il sapone è una misura dell'agiatezza, e del grado di civiltà degli Stati. È vero, che gli economisti politici non vorranno in esso riconoscere tale grado d'importanza; però sia che si prenda la cosa sul serio, o per ischerzo, egli è certo, che se s'istituisce un confronto fra i due Stati, che abbiano lo stesso numero di abitanti, si può con reale certezza riguardare come più ricco, più prospero e più civile quello, che consuma una maggior quantità di sapone; perchè lo smercio, e la con-

sumazione di questo prodotto non dipendono dal capriccio della moda, nè dalla brama di solleticare il palato; ma bensì dal sentimento del bello, da una giusta estimazione della salute, e dei vantaggi che risultano dalla nettezza.

Dove tali sentimenti, indipendentemente dagli altri, vengono presi in considerazione e soddisfatti, si può affermare esistervi agiatezza e civiltà. I ricchi del medio evo che per l'uso di droghe profumate di alto prezzo, sapevano coprire la cattiva esalazione della loro pelle, e dei loro abiti, non toccati mai dal sapone, esternavano un lusso molto maggiore di noi; ma quale enorme distanza fra loro e noi; poichè da noi l' immondezza è divenuta un sinonimo di estrema miseria, e d'insopportabile avversità!

Finalmente, il sapone è uno di quei prodotti, pei quali il valore del capitale sparisce continuamente dalla circolazione, e vuol essere incessantemente rinnovato; è del piccol numero di quelli che dopo l'impiego restano assolutamente senza valore, non altrimenti che il sego e l'olio, che si bruciano per illuminare. Si può fare acquisto di specchi con vetri rotti, di abiti con cenci; ma a nulla serve più l'acqua di sapone. Un estimo del capitale che tiensi in circolazione per la fabbrica del sapone, offriva molta importanza, perchè certamente tanto almeno importa quanto il capitale che circola pel commercio del caffè; con questo divario però che il capitale destinato alla fabbrica del sapone trae origine dal nostro secolo.

La Francia importava ogni anno di Spagna, sol nella soda, da 20 a 30 milioni di franchi; perchè la soda di Spagna era la migliore. I prezzi del sapone, e del vetro, durante la guerra colla Gran Bretagna, andarono continuamente crescendo, e tutte le fabbrice ne soffrivano danno. Il metodo attuale di fabbricare la soda col mezzo del sale marino venne quindi ad arricchire la Francia: esso fu recentemente scoperto da Le Blanc; tuttavia egli non ottenne il maggior premio promesso da Napoleone a tale scoperta. Poscia la restaurazione non riconobbe il debito; altri ve n'era di più urgenti; finalmente si prescrisse.

In brevissimo tempo, la fabbricazione della soda prese in Francia un'estensione straordinaria; essa si svolse in grande proporzione nelle località, in cui si trovavano le fabbriche di sapone. Marsiglia ebbe, per brevissimo tempo però, il monopolio di questa fabbricazione, come anche quello della produzione della soda. Tuttavia l'odio di una popolazione esasperata per aver perduto, sotto Napoleone, la principal sorgente de'suoi profitti, il commercio della soda, per una singolare riunione di circostanze, venne a soccorso del governo che gli succedette.

Per trasformare il sal marino in carbonato di soda, conviene (tale è il procedimento della fabbricazione) che si converta sulle prime in sale di Glaubero (solfato di soda); a questo fine 100 libbre di sal marino richiedono, termine medio, 80 libbre di acido solforico, concentrato. Si capisce benissimo che quando il prezzo del sale marino fu rilasciato al *minimum* (alla qual cosa il governo consentì), il prezzo della soda restò subordinato a quello dell'acido solforico.

Maravigliosamente si moltiplicarono le domande di acido solforico; da tutte le parti concorrevano i capitali a promuovere questo lucrativo ramo d'industria; si studiarono accuratamente la formazione e produzione dell'acido solforico, e ben tosto si adottarono metodi di fabbricazione più perfetti, più semplici e meno costosi. Ad ogni miglioramento diminuiva il prezzo dell'acido solforico, ed in proporzione cresceva la consumazione dello stesso. I recipienti, entro cui si produce l'acido solforico, sono di piombo; la loro capacità si è talmente ampliata, che oggidì si potrebbe facilmente nell'interno di uno di essi (chiamati *camere di piombo*) costruire una casa alta di due piani. Rispetto al procedimento ed agli apparecchi, la fabbricazione dell'acido solforico conseguì il massimo punto di perfezione, e non v'ha quasi più altro miglioramento da attendersi.

Le lamine di piombo delle camere si saldano con piombo, e tale saldatura (quelle di stagno, oppure composte di saldature miste si corroderebbero) costava dapprima quasi

altrettanto come le lastre stesse; ora, col mezzo del cannello a gaz idrogeno ed ossigeno si saldano in modo così semplice, che un fanciullo potrebbe fare tale operazione.

Secondo la teoria, 100 chilogrammi di zolfo non possono somministrare che 306 chilogrammi d'acido solforico; la perdita è adunque poca cosa.

Oltre allo zolfo, esiste un'altra sostanza indispensabile alla fabbricazione dell'acido solforico, e che già esercitava una grande influenza sul suo costo; è il salnitro (nitrato di potassa). È vero che per 10 chilogrammi di zolfo si richiedeva soltanto 1 chilogrammo di salnitro; ma quest'ultimo costava quattro volte più di un egual peso di zolfo. Anche sotto tale rapporto le cose mutarono aspetto. Alcuni viaggiatori avevano scoperto, presso il piccolo porto d'Iquique, nel distretto di Atakama nel Perù, parecchie fioriture saline estremamente estese, che l'analisi chimica scoprì essere costruite da nitrato di soda. Il commercio, che colle sue braccia da polipo stringe il globo intiero e per tutti i luoghi cerca alimenti novelli per l'industria, bentosto si giovò di quell' importante scoperta. Si trovarono bentosto del nuovo sale provvigioni inesauribili, sovra uno spazio di più che 320 chilometri quadrati, e quantità innumerevoli ne vennero importate in Europa, il cui trasporto non costò la metà di quello del salnitro dell'India (nitrato di potassa). Ora, siccome nella produzione dell' acido solforico non ha parte la soda, nè la potassa, ma bensì l'acido nitrico, è chiaro, che il nitrato di soda (chiamato anche *salnitro del Chilì*) ha dovuto immediatamente sostituirsi al nitrato di potassa. Quest' ultimo trovossi adunque quasi intieramente escluso dal commercio. Prese un novello slancio la fabbricazione dell'acido solforico; il prezzo del medesimo andò successivamente ribassandosi senza danno pei fabbricanti; finalmente divenne invariabile affatto, eccettuate alcune fluttuazioni, che per qualche tempo si sono manifestate per effetto dell'interdetta esportazione di zolfo dalla Sicilia.

Ora si spiega perchè la consumazione del salnitro diminuì: esso non adoprasi più se non per fabbricare la pol-

vere; e se i governi fabbricano ora la polvere con maggiore economia, ciò si deve certamente alla fabbricazione dell'acido solforico.

Per dimostrare la quantità dell'acido solforico che si consuma, basta l'accennare che una piccola fabbrica ne offre al commercio 250,000 chilogr. ogni anno, e che una fabbrica di media importanza ne produce fino a 3 milioni. Tale produzione porta ogni anno alla Sicilia somme enormi; chiamò l'industria ed il benessere nei distretti incolti di Atakama; contribuisce in Russia allo smercio del platino, perchè le caldaie, in cui si concentra l'acido solforico, sono fatte di questo metallo, ed una sola caldaia costa da 25 a 50 mila franchi. I magnifici vetri che di giorno in giorno vanno migliorando; gli eccellenti saponi, i cui valori vanno ancora ogni giorno ribassandosi, non si fabbricano più con ceneri, ma con soda, e le ceneri stesse divennero un ingrasso preziosissimo pei nostri campi e per le nostre praterie.

Ma ci sarebbe impossibile di seguire qui, uno ad uno, tutte le fila di questa mirabile tela industriale; mi sia però lecito di fare ancora cenno di alcuni altri esempi di tale intrecciamento delle arti chimiche. Ho detto or ora che il salnitro, prima di servire alla fabbricazione della soda vuol essere convertito in solfato di soda: a ciò fare, basta trattare convenevolmente il sale marino con acido solforico, ed allora ottiensi, come prodotto accessorio, una considerabile quantità di acido idroclorico, ossia muriatico fumante, uguale a una volta e mezzo, ed anche a due volte il peso dell'acido solforico impiegato; quantità veramente enorme! I profitti, che si ricavano dalla fabbricazione della soda, erano dapprima così riguardevoli, che non si mirava nemmeno di raccogliere l'acido idroclorico; questo prodotto accessorio non aveva dunque allora alcun valore commerciale; ma ben altrimenti fu in seguito, quando si scoprirono le numerose applicazioni ond' è capace l'acido idroclorico.

Quest'acido, infatti, è una combinazione del cloro: nessun altro prodotto somministra cloro con tanta facilità ed

economia. Già da lungo tempo si conosce l'azione imbiancatrice del cloro sui tessuti, ma non si era mai pensato a trar profitto in grande da tale proprietà. Si cominciò dunque coll'ottenere del cloro dall'acido idroclorico, e coll'impiegare questo gaz all'imbiancamento delle stoffe di cotone; più tardi s'imparò a fissare il cloro sopra la calce, e porla così in grado di essere trasportata a distanze considerevoli. Si vide allora l'industria del cotone prendere un prodigioso slancio; senza il cloruro di calce, essa non avrebbe forse potuto salire all'altezza d'oggidì; e se le fabbriche d'Inghilterra fossero state ristrette all'antico procedimento d'imbiancatura, probabilissimamente non avrebbero esse potuto lungamente sostenere la concorrenza della Francia e dell'Alemagna. Si è perchè, nel vecchio sistema, si richiedevano prima di tutto grandi spazii di terreno e prati convenevolmente situati; ogni pezza di cotone doveva sottoporsi all'azione dell'aria e della luce, durante i mesi dell'estate, e mantenersi costantemente in uno stato di conveniente umidità. Ora, una biancheria, non delle maggiori (quella p. e. del sig. Walter-Crum, nelle vicinanze di Glasgow) imbianca quotidianamente, tanto in estate che nell'inverno, 1400 pezze di cotone. Quale somma non costerebbe l'acquisto del terreno, nei dintorni di una città popolosa, qualora convenisse d'imbiancarle sui prati! I soli interessi del capitale ammonterebbero a tanto, che enormemente crescerebbe il prezzo delle stoffe in Inghilterra, mentre da noi tale influenza sarebbe assai meno sensibile.

Col mezzo del cloruro di calce s'imbiancano i cotoni in poche ore, e con pochissima spesa; e se tale operazione è fatta da operai abili ed intelligenti, le pezze soffrono assai meno di quello che fanno coll'imbiancarsi sul prato. L'imbiancamento per mezzo del cloruro di calce è anzi già adottato dai contadini dell'Odenwald, e vi trovano il loro profitto.

Pel basso prezzo dell'acido idroclorico, quest'ultimo si adopera anche per estrarre la gelatina dalle ossa. Le ossa compongonsi di fosfato calcare, e di gelatina: di quest'ul-

tima ne contengono dal 38 al 36 p. c. Il fosfato di calce è solubilissimo nell'acido idroclorico debole, mentre la gelatina non ne resta in modo sensibile alterata. Si lasciano perciò le ossa nell'acido idroclorico finchè queste siano divenute trasparenti e flessibili come la pelle più morbida; dopo di averle poscia, col mezzo di lavature, sceverate da tutto l'acido idroclorico, si ottengono pezzi di gelatina, o colla forte, che ritengono la forma delle ossa, e che basta sciogliere nell'acqua calda per servirsene in caso di bisogno.

Ecco ancora un'altra applicazione importantissima dell'acido solforico, la quale non possiamo passare sotto silenzio; essa consiste nel suo impiego al raffinare l'argento, ed all'estrazione dell'oro.

Chiamasi raffinamento l'operazione, per cui si separa l'argento dal rame, ed ottiensi così l'argento puro, ossia argento fino.

L'argento greggio, quale ci viene somministrato dai minerali, non è che al titolo di 500 a 600 millimetri e contiene perciò 500 a 400 millimetri di rame; l'argento delle nostre monete contiene assai meno di lega (quello di Francia è al titolo di 900), e negli opificii monetarii si ottiene collegando l'argento fino ad una determinata proporzione di rame. L'argento greggio vuole essere adunque prima raffinato. Altra volta quest'operazione si eseguiva per mezzo della liquefazione e della copellazione con piombo; il che cagionava grandi spese; e l'argento, così purificato, conteneva 1|1200, oppure 1|2000 di oro, che, se bisognava estraersi col mezzo dell'inquartazione, non pagava le spese; quell'oro rimaneva così nelle monete e nei gioielli, ed era un valore affatto perduto, non altrimenti che il rame contenuto nell'argento greggio. Oggi invece, la cosa accade ben altrimenti. Il millesimo d'oro, contenuto nell'argento greggio, ha un valore alquanto maggiore di 1 1|2 p. 100 del valore dell'argento; la qual cosa, non solamente copre le spese del raffinatore, ma gli frutta inoltre un riguardevole benefizio: quindi è che non bisogna maravigliarsi quando il raffinatore, al quale noi consegnammo dell'argento greg-

gio, ci restituisce, senza chiedere alcuna retribuzione, tutto l'argento fino, che saggiandolo vi scoprì, oltre a tutto il rame: si è perchè il raffinatore paga se stesso mediante l'oro contenuto nell'argento.

La raffinatura dell'argento, secondo il metodo presente, è una fra le più belle operazioni chimiche. Nell'acido solforico concentrato si fa bollire il metallo in grani; l'argento ed il rame si sciolgono allora, mentre l'oro resta quasi puro nella forma di polvere nera. La soluzione contiene del solfato d'argento e di rame; si versa il liquido entro caldaie di piombo, e vi si lascia in contatto con del vecchio rame. L'argento sciolto si separa allora intieramente, mentre una quantità equivalente di rame si discioglie. Si ha dunque finalmente argento metallico puro, e vitriolo azzurro, che è di un grande valore commerciale, perchè, fra le altre cose, ei serve a preparare colori turchini e verdi.

Oltrepasseremmo i limiti di un semplice abbozzo, se tutte esponessimo le applicazioni onde sono capaci l'acido solforico, l'acido muriatico e la soda. Certo è, che senza gli straordinarii perfezionamenti apportati alla fabbricazione dell'acido solforico, non avremmo oggi le candele steariche, nè gli accendifuoco a frizione così comodi ed economici. I prezzi attuali dell'acido solforico, dell'acido muriatico, dell'acido nitrico, della soda, del fosforo, sarebbero, 25 anni fa, passati per favolosi. Chi può del resto prevedere le novelle applicazioni, che vi aggiugneranno altri 25 anni?

Da quello che precede scorgesi che io nullo esagero, affermando che si può apprezzare lo stato delle industrie chimiche di un paese col determinare il numero dei chilogrammi di acido solforico consumati da lui. Nessun'altra fabbricazione merita maggiormente di fissare l'attenzione dei governi. Le rigorose disposizioni che l'Inghilterra aveva risoluto di usare verso Napoli, a proposito del commercio dello zolfo, erano state provocate naturalmente dall'influenza oppressiva che avrebbero esercitato gli elevati prezzi dello zolfo sulla fabbricazione delle indiane, del sapone e del vetro. Convien pensare che l'Inghilterra provvede, in gran

parte, di vetro e di sapone l'America, la Spagna, il Portogallo, l'Oriente, le Indie; che essa riceve, in cambio, cotone, seta, vino, uve secche, endaco; che Londra, sede del governo, è in pari tempo il principale deposito del commercio dei vini e della seta.

Da ciò si spiega perchè il governo inglese abbia tanto a cuore di fare che si sopprimesse il monopolio degli zolfi. Del resto, era tempo per la Sicilia, che uno stato di cose, tanto contrario a' suoi veri interessi, avesse finalmente un termine; perchè, ove pochi anni ancora avesse durato quel monopolio, lo zolfo, che ora costituisce la principal sorgente di ricchezze per quel regno, avrebbe, a non molto andare, perduto tutto il suo valore. La ragione è, che la scienza e l'industria formano oggidì una potenza, cui nulla resiste; ed un attento osservatore avrebbe potuto indicare preventivamente il tempo, in cui sarebbe cessata l'esportazione dello zolfo. Si erano in Inghilterra presi di già 15 brevetti per procedimenti intesi a riconquistare lo zolfo, impiegato nella fabbricazione della soda, ed a convertirlo nuovamente in acido solforico. Niuno, prima del monopolio, aveva pensato a questo. Quei quindici procedimenti non avrebbero tardato a perfezionarsi, e le menti più pregiudicate concederanno che ciò avrebbe reagito sul commercio dello zolfo. Infatti il gesso, ossia solfato di calce, lo spato pesante, ossia solfato di barita, ci offrono intiere montagne di acido solforico, nella galena, ossia solfuro di piombo, nella pirite, ossia solfuro di ferro, noi abbiamo anche masse inesauribili di zolfo. Quando i prezzi del zolfo salirono, si pensò allora ad estrarre lo zolfo da questi prodotti della natura pei bisogni del commercio; si attese allora a procedimenti economici, per cui potessero questi materiali adoperarsi alla fabbricazione dell'acido solforico. Già fin da quando era assai alto il prezzo dello zolfo si riuscì ad ottenere dalla pirite migliaia di quintali di acido solforico; si sarebbe quindi adoperato il gesso medesimo; si avrebbe senza dubbio dovuto superare molte difficoltà, ma si sarebbe conseguito l'intento. Ora, l'impulso è dato, la possibilità del buon successo è dimostrata.

Chi può prevedere i disastrosi effetti, cui false speculazioni potranno cagionare a danno del regno di Napoli? Gli accadrà senza dubbio, come alla Russia, la quale col suo sistema proibitivo ha interamente rovinato il suo commercio di sego e di potasse. Solo all'ultima estremità si cercano merci in un paese, che esclude da' suoi mercati le nostre proprie produzioni. Invece d'impiegare milioni di quintali di sego e d'olio di canapa, l'Inghilterra consuma oggidì la stessa quantità d'olio di palma e di cocco, ma essa non la toglie dalla Russia.

Non altrimenti che le colleganze degli operai contro i fabbricanti, intese ad ottenere un aumento di salarii, provocarono l'invenzione di macchine ammirabili, che resero inutili le loro braccia; così anche, nel commercio e nell'industria, ogni imprudenza porta con sè la pena, ogni atto di oppressione, ogni sistema proibitivo reagisce immediatamente sul paese, d'onde emanano.

LETTERA DECIMA

Connessione fra la teoria e la pratica. — Impiego del magnetismo come forza motrice. — Rapporti fra il carbone e lo zinco, come sorgenti di forza motrice. — La fabbricazione dello zuccaro di barbabietole è impolitica. — Gaz per l'illuminazione.

È un gran bene per l'umanità, voi me lo concederete, che ogni novella idea, intesa alla costruzione di una macchina utile, od al perfezionamento di un'industria, s' imbatta bentosto in uomini pronti a consacrarvi le loro forze, i loro talenti, i loro beni per attivarla; perchè, quand'anche quell'idea fosse impraticabile; quand'anche dovesse più tardi riconoscersi assurda, tuttavia tutti i saggi, anche infruttuosi, non mancherebbero di condurre ben spesso a risultamenti utili ed importanti. Nell'industria, come nelle investigazioni scientifiche, le teorie provocano le ricerche. Lavorando, si scopre sempre qualche cosa: invece delle ligniti, che, per esempio, si cercavano, si scoprono giacimenti di sale: si cercava ferro, e gli scavi pongono allo scoperto metalli assai più preziosi.

Così è, che da qualche tempo attendonsi meraviglie dell'elettro-magnetismo, si spera di porre in moto le locomotive delle nostre strade ferrate con poca o quasi nessuna spesa; allora l'Inghilterra perderà la sua supremazia come potenza manifattrice, poichè i suoi carboni non le serviranno

più. Noi abbiamo, dicono i tedeschi, lo zinco a basso prezzo, e poco ce ne vorrà per muovere un giro, epperciò anche tutta una macchina.

Tutto questo è buono e seducente, lo confesso, ma sono illusioni, che derivano dal non avere istituito confronti. Basta una piccola lampada ad alcool, posta sotto un adatto vaso, pieno d'acqua bollente, per porre in moto una piccola carrozza di 100 a 150 chilogrammi, o per sollevare ad un'altezza di 6 metri un peso di 40 a 50 chilogrammi; tale effetto si ottiene con un pezzo di zinco, che col mezzo dell'acido solforico si fa sciogliere in apparecchi particolari. È questa certamente una scoperta assai bella; ma la questione principale è sempre quella di sapere quale dei due mezzi sia il più economico.

Per ben capire il senso di questa quistione, conviene sulle prime rammentare quello che i chimici intendono per *equivalenti*. Sono, come già abbiamo detto, quantità numeriche invariabili, che indicano effetti proporzionali. Si tratta per esempio di produrre un certo effetto coll'ossigeno, per cui suppongo che si richiedano 8 chilogrammi; se voglio produrre lo stesso effetto con del cloro, mi ci vorranno di questo 35,4 chilogr. nè più nè meno; così pure 6 chilogr. di carbone sono l'equivalente di 32 chilogr. di zinco. Questi numeri esprimono in modo generale gli effetti relativi di tutte le azioni di cui i corpi sono capaci.

Quando poniamo dello zinco, unito in certa guisa ad un altro metallo, in contatto con acido solforico dilungato, lo zinco si scioglie allo stato di ossido; si brucia a spese dell'ossigeno, somministrato dal liquido conduttore: da tale azione chimica nasce la formazione di una corrente elettrica, che, diretta da un filo di metallo, rende quest'ultimo magnetico.

La soluzione di un chilog. di zinco produce una certa somma di forza, che ci permette per esempio di sollevare un peso di ferro ad 1 decimetro di altezza, di tenerlo sospeso altrettanto maggior tempo, quanto minore fu il tempo, in cui si è effettuata la soluzione. Di più, interrompendo e rinnovando alternativamente il contatto dello zinco col-

l'acido, ed avvicinando tale effetto al rovescio, noi possiamo determinare nel peso di ferro un movimento d'andata e di ritorno, od un moto d'alto in basso; noi possiamo cioè effettuare tutte le condizioni necessarie al movimento di una macchina.

Ma una forza non può nascere dal nulla. Nell' esempio ora accennato essa producesi dalla dissoluzione, ossia dalla ossidazione dello zinco; fatta astrazione al nome dato a questa forza nel citato caso, egli è certo, che lo stesso effetto può anche prodursi in altra maniera.

Se, in luogo di bruciare lo zinco nella pila galvanica, noi l'avessimo bruciato sotto la caldaia di una macchina a vapore, cioè nell'ossigeno dell'aria, noi avremmo determinato la formazione di una certa quantità di vapore acqueo, e la produzione perciò di una certa somma di forza motrice. Ora, ammettiamo (la qual cosa è ben lungi dall'essere dimostrata), che v'abbia una differenza fra le quantità di forza prodotte nei due casi; che la pila, per esempio, ne abbia somministrato due o tre volte più che l'impiego del carbone, oppure che essa abbia fatto perdere meno di forza; non è però men vero, che lo zinco può esprimersi in equivalenti di carbone. Secondo le sperienze del sig. Despretz, 6 chilog. di zinco, combinandosi coll'ossigeno, non producono maggior calore di 1 chilogr. di carbone; si può dunque, in circostanze uguali, con 1 chilogr. di carbone, produrre una forza sei volte maggiore, che collo stesso peso di zinco. Ove le perdite di forza siano le medesime da ambe le parti, sarebbe dunque più vantaggioso l' impiegare il carbone che lo zinco, quando anche quest'ultimo svolgesse una forza quattro volte maggiore che un egual peso di carbone, che si bruci sotto la caldaia a vapore. In una parola, col bruciare sotto la caldaia a vapore il carbone necessario alla estrazione dello zinco da'suoi minerali, noi produrremo probabilissimamente una forza assai maggiore che collo zinco stesso, sotto qualunque forma ed in qualsivoglia apparecchio noi l'adoperiamo.

Il calorico, l'elettrico ed il magnetismo, stanno fra di loro in rapporti simili a quelli, che vengono presentati da-

gli equivalenti di carbone, di zinco e di ossigeno. Una quantità determinata di elettricità offre quantità proporzionate, ossia equivalenti di calore e di forza magnetica; tale quantità di elettricità è da noi acquistata mediante la chimica affinità, che, spesa sotto una forma, produce il calore, e sotto l'altra, l'elettrico od il magnetismo.

Con una certa somma d'affinità noi produciamo un equivalente di elettrico, determinato dalla scomposizione di una combinazione chimica; nello stesso modo per cui una certa quantità d'elettrico determina la decomposizione di un equivalente di una combinazione chimica; la spesa impiegata per produrre la forza magnetica è dunque rappresentata dalla spesa richiesta dalla manifestazione dell'affinità chimica. In un caso, lo zinco e l'acido solforico sono i produttori di quest'effetto chimico; nell'altro, sono i carboni posti in una corrente d'aria opportuna.

È bensì vero che con una piccolissima quantità di zinco si può convertire una verga di ferro in una calamita assai forte per portare 500 chilogrammi, ma non conviene esagerare l'importanza di tal fatto, perchè colla stessa calamita non saremmo in grado di sollevare ad un decimetro di altezza un solo chilogramma di ferro, di comunicargli, cioè, del movimeoto. Questa calamita agisce come un sasso in quiete, che prema sovra un sostegno con un peso di 500 chilogrammi; è un lago senza uscita, nè caduta. So benissimo che, mercè degli sforzi della meccanica, si riuscì ad aprire a questo lago uno scalo ed una cascata; non dubito punto che l'avvenire ci serbi a questo riguardo ancora dei progressi; ma non è men vero che, lasciata anche da un lato la macchina a vapore, la più debole delle nostre macchine è superiore alla calamita, e che oggidì ancora una libbra di carbone, bruciato sotto una caldaia a vapore, può porre in movimento un peso molte centinaia di volte maggiore del peso posto in movimento dalla dissoluzione di una libbra di zinco nella pila galvanica (*).

(*) Secondo una nota inserita nel supplemento alla *Gazzetta universale*, n.° 214, il sig. Jacobi ha costruito una macchina, che può

Tuttavia i nostri sperimenti, relativi all'impiego dell'elettro-magnetismo come forza motrice, sono ancora troppo recenti, perchè noi possiamo prevederne tutte le applicazioni: si attende pure a queste ricerche senza lasciarsi rimovere dagli ostacoli: quantunque non servissero che ad allontanare i pericoli che nascono dalle macchine a vapore, gran benefizio sarebbe già questo, quand'anche dovessero le spese aumentare al doppio.

Vi sarebbe un altro mezzo di rendere profittevole l'elettro-magnetismo sulle nostre strade ferrate: sarebbe quello d'immaginare una disposizione atta a trasformare, quando si voglia, le ruote delle locomotive in potenti calamite, talmente che si possano così superare tutte le altezze. Quest' idea, suggerita dal signor Weber da Gottinga, produrrà certamente i suoi frutti. Verrà forse un giorno in cui sarà della pila voltaica, come forza motrice, la stessa cosa come della fabbricazione dello zuccaro indigeno, o di quella del gaz per l' illuminazione per mezzo dell' olio, o del carbon fossile.

La fabbricazione dello zuccaro di barbabietole raggiunse per verità gli estremi confini del possibile. Invece di uno zuccaro vischioso, avente l'odore della bietola, ora si fabbrica il più bello zuccaro raffinato; e mentre Achard non ne otteneva che il 3 od il 4 p. c., al giorno d' oggi se ne estrae il doppio ed anche il triplo. Malgrado tutti questi perfezionamenti, questa bella industria non potrà lungamente mantenersi. Dal 1821 al 1827 le circostanze variarono assai; allora il *malter* di fromento non costava più di 6 fiorini, il prezzo del *klafter* di legna non costava più di 10 fiorini; inoltre i terreni erano in ribasso (17). Il prezzo dello zuccaro non era più basso che oggidì. Finalmente in allora v' era del vantaggio nel coltivare barbabietole e nel vendere zuc-

porre in moto una scialuppa atta a portare 12 uomini, ed il cui effetto viene estimato uguale a 1200 chilog., sollevati a 32 centimetri in un minuto. Tale effetto non uguaglia nemmeno quello della più debole macchina a vapore; poichè essa è soltanto uguale a 4/5 della forza di un cavallo (250 chilog. sollevati a 32 in un minuto).

Digitized by Google

caro in vece di grano; si avevano a buon prezzo le bietole ed il combustibile, la rendita dello zuccaro era illimitata. Oggidì il grano costa 10 fiorini; il legno da 18 a 20 fiorini; la mano d'opera crebbe anche di prezzo; lo zuccaro esotico invece ribassò di prezzo: nella circoscrizione della lega doganale, per esempio a Francoforte, una libbra del più bello zuccaro bianco si compra a 21 kreutzer (circa 75 centesimi), fatta deduzione dei diritti d'entrata (10 talleri per quintale); si scorge che all'estero lo zuccaro raffinato non costa che 10 kreutzer per libbra.

Se ora paragoniamo fra di loro queste diverse circostanze, noi vediamo che nel 1827 si poteva, pel prezzo di un malter di grano, avere 40 libbre di zuccaro greggio (a 9 kreutzer la libbra), mentre ora la stessa quantità di grano vale il prezzo di 70 libbre di zuccaro. Se il prezzo del combustibile era rimasto lo stesso, converrebbe, per conservare gli stessi benefizi, estrarre ora 70 libbre di zuccaro dalla quantità di bietole che nel 1847 non ne somministrava che 40 libbre; allora il *maximum* di profitto ammontava al 5 per cento; e tuttavia il prezzo del combustibile crebbe notabilmente. Malgrado i numerosi perfezionamenti arrecati alla fabbricazione, tutte queste differenze non sono compensate, e le circostanze sono oggi tali, che è più vantaggioso coltivare il grano e di comperare lo zuccaro.

Finchè la fabbricazione dello zuccaro di bietole non era che un ramo dell'economia agricola, essa poteva sostenere la concorrenza collo zuccaro delle colonie; le foglie, la polpa delle bietole s'impiegavano allora come nutrimento pei bestiami, ed il loro volume cresceva naturalmente col prezzo dei cereali; ma dappoichè questa fabbricazione è divenuta un oggetto di speculazione commerciale, essa deve necessariamente perire.

Conformemente al procedimento di Schutzenbach, adottato con tanta sollecitudine dagli speculatori, conviene fare sulle prime una certa spesa di combustibile per spogliare le bietole di tutta l'acqua; poi s'impiega nuova acqua per lisciviare le bietole disseccate; l'evaporazione di quest'ultima richiede un'altra spesa di combustibile; finalmente si ha

un residuo affatto inetto al nutrimento dei bestiami e che tutt'al più può servire come ingrasso.

Instituiamo ora un piccolo calcolo. Il procedimento impiegato dagli agronomi somministra, per 100 libbre di bietole, 75 libbre di sugo, le quali danno 5 libbre di zuccaro. Ammettiamo che il procedimento Schutzenbach somministri 8 libbre di zuccaro per 100 di bietole, è chiaro che la disseccazione di queste bietole richiede, in quantità media, l'evaporazione di 86 libbre d'acqua; inoltre la lisciviazione intiera del residuo disseccato richiede 20 libbre d'acqua, le quali vogliono anche essere evaporate; insomma 86+20, ossia 106 libbre di liquido somministrano 8 libbre di zuccaro; il che per 70 libbre di liquido da evaporarsi fa un poco più di $^5/_4$ libbre di zuccaro. Lo stesso peso di bietole offre, è vero, 3 libbre di zuccaro di più, ma quest'eccedente serve a coprire tutte le spese di fabbricazione; e d'altronde conviene acquistarla a spese della polpa, di cui, a mio parere, si perde tutto il valore; talmente che, in fine dei conti, questo sopravanzo ridiviene più caro che se lo si comperasse in bietole.

Oggidì l'oro e l'argento non formano più la ricchezza delle nazioni. Se la vallata del Reno possedesse miniere di diamanti altrettanto ricchi quanto quelli di Visapour, di Golconda o del Brasile, probabilmente tali miniere non meriterebbero la fatica di essere scavate, perchè le spese di estrazione che nelle ore mentovate località non salgono che a 17 od a 18 fiorini per carato, sarebbero da noi tre o quattro volte maggiori.

Quando i salari sono a prezzo infimo, nel gran ducato di Baden si vedono i poveri occuparsi a lavare le sabbie del Reno per estrarne le pagliuzze d'oro, e trasportarle dal fiume; ma sì tosto che i salari crescono, tale industria cessa e non offre più i medesimi vantaggi.

Altrettanto si può dire dell'industria che attende alla produzione dello zuccaro, la quale dodici o quattordici anni addietro offriva benefizi che oggidì sono nulli affatto; invece di sostenerla con enormi sacrifizi, sarebbe più ragionevole e più conforme agl'interessi nazionali il coltivare altri

prodotti più utili, in cambio dei quali si procurerebbe dello zuccaro. In Francia ed in Boemia i prezzi dello zuccaro e del combustibile non sono i medesimi come da noi; io non posso adunque applicare a questi due paesi l'opinione ora da me manifestata riguardo all'Alemagna.

Un altro ramo d'industria, la fabbricazione del gaz per l'illuminazione col mezzo del carbon fossile, della resina e degli olii, trovasi in Alemagna sovra un terreno altrettanto sterile. In Inghilterra il prezzo dei materiali che servono all'illuminazione stanno in diretto rapporto col prezzo del grano; il sego e l'olio rappresentano, sotto altre forme, il nutrimento dei bestiami ed i redditi del suolo; l'olio ed il sego vi sono due volte più cari che nel nostro paese, il ferro ed il carbone a miglior mercato per due terzi, ed anche la fabbricazione del gaz non presenta vantaggio in Inghilterra, fuorchè nei casi in cui il *coke* od arso (il carbone distillato) può essere venduto.

Sarebbe certamente una delle più belle scoperte del nostro secolo, qualora si riuscisse a condensare il gaz del carbon fossile in un corpo bianco, solido, secco, senza odore, atto ad essere fissato sovra una candela e trasportato da un luogo ad un altro, e che si potesse bruciare nelle lampade. La cera, il sego e l'olio sono gaz infiammabili, ridotti allo stato solido, o liquido, e che offrono parecchi vantaggi che non offre il gaz illuminante; queste sostanze, bruciandosi entro lampade ben costrutte, spandono la stessa luce, e prima di bruciare esse si riducono tutte allo stato di gaz senza richiedere apparecchi particolari come quelli delle fabbriche di gaz. L'alto prezzo del gaz trovasi compensato, è vero, in certi casi, per esempio nell'illuminazione delle grandi città, degli alberghi, in cui si presenta abbondantissimo il consumo e molte sono le spese di mantenimento; ed anche in tali casi si è colla vendita dell'arso che si ricava una gran parte del benefizio. Nei luoghi, come Francoforte sul Meno, in cui si prepara il gaz colla resina, coll'essenza di terebintina, o con altri olii a basso prezzo, la fabbricazione presenta vantaggio finchè quel modo d'illuminazione non s'impiega che in piccolo. Se altre città più

grandi ne facessero uso, ne seguiterebbe immediatamente un aumento nel prezzo delle materie prime. Tutta l'essenza di terebintina che circola nel commercio basterebbe appena all'illuminazione di due città come Berlino e Monaco; non è d'altronde guari possibile di fondare un calcolo sovra i prezzi attuali di queste sostanze, la cui estrazione non potrebbe giammai essere un oggetto d'industria (18).

L'illuminazione, più vantaggiosa per l'Assia elettorale, potrebbe effettuarsi col mezzo dell'eccellente carbone di Schaalcalden, eppure tal modo d'illuminazione vi è affatto sconosciuto. Invece di convertire il carbone in arso nelle vicinanze delle miniere, come ora si fa, e di perdere così tutto il gaz, sarebbe senza dubbio più utile il trasportare a Cassel il carbone non distillato, di trasformarvelo in arso, e di adoperare allora il gaz all'illuminazione della città.

Digitized by Google

LETTERA UNDECIMA

Isomeria, ossia identità di composizione nei corpi che differiscono riguardo alle loro proprietà fisiche e chimiche. — Cristallizzazione. — Amorfismo, — Isomorfismo ossia uguaglianza di forma nei corpi di composizione diversa.

La forma e l'aspetto, sotto cui i corpi si presentano agli occhi nostri; il colore, la trasparenza, la durezza; in generale, tutte le proprietà fisiche dei corpi furono per lungo tempo riguardate come dipendenti dalla natura dei loro elementi e della loro composizione. Ancora pochi anni addietro non si credeva che un solo e medesimo corpo potesse presentarsi sotto due stati diversi, e pareva che due corpi, composti degli stessi elementi uniti nelle stesse proporzioni, dovessero offrir sempre le stesse proprietà. Come altrimenti avrebbero i più profondi pensatori potuto riguardare la combinazione chimica come una penetrazione della materia, e la materia stessa come divisibile all'infinito?

Era quello uno de' più gravi errori. Se infatti la materia si componesse di particelle infinitamente piccole, sarebbe imponderabile, e mille milioni di simili molecole, poste insieme, non potrebbero pesare più di ogni molecola infinitamente piccola. Anche le particelle della materia imponderabile, che imprime sulla nostra retina la sensazione della luce, non possono riguardarsi come infinitamente piccole nel senso dei matematici.

Una penetrazione delle molecole supporrebbe che, in una combinazione chimica, i componenti *a* e *b* occupino un solo e medesimo luogo; in tale ipotesi non si potrebbe dunque ammettere una differenza di proprietà in corpi di composizione identica.

Tale dottrina ebbe la sorte delle altre dottrine dell'antica filosofia naturale; essa cadde senza che alcuno pensasse a farla risorgere. Si è perchè le verità, acquistate dall'osservazione, hanno una potenza cui nulla è che resista. Si è infatti scoperto, nel regno organico, un gran numero di combinazioni che, quantunque dotate della medesima composizione, pure hanno diverse qualità; e quelle sostanze hanno ricevuto il nome di *sostanze isomeriche*.

L'essenza di terebintina, l'essenza di cedro, l'essenza di copaibe, l'essenza di rosmarino, l'essenza di ginepro e molti altri olii essenziali, così diversi pel loro odore, per le loro proprietà medicinali, pel loro punto di ebollizione, contengono però esattamente le medesime proporzioni di carbonio e d'idrogeno.

Quale semplicità ammirabile nella natura organica! Cogli stessi pesi di due corpi diversi, essa produce le combinazioni più varie. V'ha dei corpi, come, per esempio, la parte cristallizzabile dell'essenza di rose, i quali, solidi alla temperatura ordinaria, ed atti a volatilizzarsi, possedono tuttavia la stessa composizione come il gaz, che si brucia nelle nostre lampade; anzi, come una dozzina di altri corpi, dotati tutti di proprietà assai diverse.

Tali scoperte, così importanti per le loro conseguenze, non furono ricevute senza essere state sufficientemente verificate. Da lungo tempo si conoscevano fatti isolati di tal genere; ma erano rimasti dispersi nel vasto dominio della scienza, finchè si trovassero finalmente corpi dotati di proprietà affatto diverse, e la cui identica composizione poteva dimostrarsi con un procedimento assai più concludente dell'analisi: potevansi, a volontà, convertire questi corpi, gli uni negli altri.

L'acido cianurico, l'acido cianico e la ciamelide sono tre corpi di questa specie. Il primo è solubile nell'acqua, cristal-

lizzabile, e capace di formare sali cogli ossidi metallici; l'acido cianico costituisce un liquido volatile, estremamente caustico, incapace di mescolarsi all'acqua senza decomporsi; la ciamelide è una massa bianca, insolubile nell'acqua, e che ha l'aspetto della porcellana. Se esponesi l'acido cianurico in un tubo di vetro chiuso, ad alta temperatura, allora si converte in acido cianico, e quest'ultimo, alla temperatura ordinaria, si trasforma in ciamelide, senza che si elimini o si aggiunga alcun altro elemento.

Si può dunque convertire, quando si voglia, la ciamelide in acido cianurico od in acido cianico. Simili rapporti osservansi fra l'*aldeide*, il *metaldeide*, e l'*elaldeide*; fra l'urea e il cianato di ammoniaca; questi corpi possono trasformarsi l'uno nell'altro, senza l'intervento di verun'altra sostanza.

Tali fenomeni non si spiegano, se non ammettendo, non potere la materia dividersi all'infinito, ma essere invece composta di atomi non divisibili. Quando succede una combinazione chimica, questi atomi non si penetrano mutuamente, ma si aggruppano in un certo ordine: da quest'ordine derivano le proprietà del composto.

Cangiano gli atomi luogo per effetto di un'esterna perturbazione? Allora si disporranno in nuovo ordine, e produrranno un corpo nuovo, dotato di proprietà diverse. Un atomo di un corpo può unirsi ad un atomo di un altro corpo; due a due, quattro a quattro, otto atomi ad altri otto atomi, per formare un atomo composto; la composizione centesimale di tutte queste combinazioni è assolutamente la stessa, ma differiscono quanto alle proprietà chimiche, perchè l'atomo composto contiene ora due, ora quattro, quando otto e quando sedici atomi semplici (19).

Le precedenti scoperte divennero sorgente di molto belle osservazioni, e svelarono, in modo assai naturale, un gran numero di misteri. Così, esse condussero ad idee novelle sull'*amorfismo*, cioè sullo stato particolare dei corpi, in cui essi non sono cristallizzati.

In un liquido, in procinto di cristallizzarsi, osservasi un movimento continuo; come se le molecole fossero tante calamite, si vedono respingersi in un verso, attraersi in un

altro per collocarsi le une accanto alle altre; a poco a poco, esse prendono una forma regolare, che è sempre la medesima, quantunque volte si opera nelle medesime circostanze. Ma questa cristallizzazione non si opera nel passaggio di un liquido, o di un gaz allo stato solido. La cristallizzazione richiede moto e tempo; se si fa solidificare un liquido od un gaz, se non si lascia alle molecole il tempo di aggrupparsi nelle direzioni, in cui l'attrazione (la forza di coesione) è la più forte, non si formano cristalli; il prodotto rifrangerà in altro modo la luce, avrà un altro colore, possederà una durezza, una coerenza diversa.

Così è, che esiste cinabro rosso e cinabro affatto nero; si ha del zolfo solido e duro, e del zolfo trasparente, molle, atto ad allungarsi in fili (20); il vetro può ottenersi nella forma di un corpo opaco, di un bianco latteo, e di una durezza tale da far fuoco sull'acciarino; mentre per l'ordinario esso è trasparente, e di spezzatura concoidea.

Stati così diversi della materia provengono, in un caso, dall'essere gli atomi disposti regolarmente, e, nell'altro, senza ordine; una delle modificazioni è amorfa, l'altra è cristallizzata.

Si ha ragione di credere che lo scisto argilloso, certe varietà di grauwacke, altra cosa non siano fuorchè feldspath, micascisto o granito, amorfi; così pure è verosimile, che il calcare di transizione è marmo amorfo; che il basalto e la lava sono mescolanze di zeoliti e di pirosseni amorfi.

Tutte le circostanze, che influiscono sulla coesione, devono necessariamente modificare, fino ad un certo grado, le proprietà dei corpi. Il carbonato di calce cristallizzato a freddo possiede la forma, la durezza ed il potere rifrangente degli spati calcari; cristallizzato a caldo, esso presenta la forma e le proprietà dell'aragonite.

Se i fatti precedenti si ravvicinino a quelli che ci offre l'isomorfismo, se si consideri l'identità di forma di molte combinazioni chimiche, aventi una composizione dissimile, si deve naturalmente riguardare la materia come composta di atomi, la cui maniera di disposizione determini le proprietà dei corpi. Si potrebbe anche dubitare se certi corpi

posti fra gli elementi, siano piuttosto modificazioni di una sola e medesima sostanza, e se non contengano la sostanza medesima altrimenti disposta. Così, nel circuito voltaico, il ferro si comporta, ora come platino, ora come lo zinco, anzi, si riuscì a costruire con questo solo metallo pile potentissime. Alcuni corpi semplici, come il platino, l'iridio, il cloro, il bromo ed il jodio, il ferro, il manganese, il magnesio, il cobalto ed il niccolo, il fosforo e l'arsenico, si rassomigliano mirabilmente, quanto alle loro proprietà; ma facilmente si pone in dimenticanza, che tale comunanza di caratteri si estende soltanto a combinazioni corrispondenti. Queste non sono simili, se non perchè si compongono di atomi disposti allo stesso modo. Il nitrato di stronziana non è più lo stesso quando esso pervenne a fissare un certo numero d'atomi d'acqua.

Se il selenio non è che solfo modificato, se il fosforo non è che arsenico particolarmente modificato, come succede tuttavia, che l'acido fosforico e l'acido arsenico, l'acido solforico e l'acido selenico, offrano combinazioni, la cui forma, solubilità ecc., sono assolutamente le stesse? Se tali combinazioni fossero isomeriche, dovrebbero invece manifestare proprietà diverse.

Allo stato presente della scienza, non abbiamo alcuna ragione di credere, che un elemento possa convertirsi in un altro: ma simile trasformazione supporrebbe in un elemento l'esistenza di due o di più parti componenti; e finchè non si sarà riuscito a scomporre gli elementi, tutte queste pretese trasformazioni non potrebbero avere il minimo fondamento (21). Così, per esempio, il sig. Brown d'Edimburgo, pretendeva di avere trasformato il ferro in rodio, il paracianogeno in silicio; basta leggere lo scritto, pubblicato su quest'argomento, nelle transazioni della Reale Società di Edimburgo, per avere la certezza, che l'autore è prettamente ignaro dei principii dell'analisi chimica; l'esperienza confermò d'altronde l'errore delle sue asserzioni, dimostrando, che il suo rodio altro non era che ferro, ed il suo silicio non era che carbone impuro, difficile a bruciarsi.

LETTERA DUODECIMA

Influenza delle forze meccaniche sulla formazione, e sulla decomposizione delle combinazioni chimiche. -- Azione del calore sull'affinità. — Composizione complicata delle sostanze organiche comparativamente a quella delle sostanze minerali. — Cause della pronta decomposizione di queste ultime. — Calore; causa determinante della forma delle combinazioni minerali. — Calore, luce, e sovratutto forza vitale, cause determinanti della forma delle combinazioni organiche.

Nè il calore, nè l'elettricità, nè la forza vitale non sono atti ad associare, in un gruppo, le molecole di due sostanze eterogenee, ed a riunirle in una combinazione; la forza chimica sola ha questo potere.

Nella natura organica, in tutte le combinazioni ingenerate dell'organismo animale o vegetale si riscontrano le stesse leggi, le stesse proporzioni fisse ed invariabili, come nella natura minerale.

La sostanza del cervello e dei muscoli, i principii del sangue, del latte, della bile ecc. costituiscono molecole composte, la cui formazione ed esistenza si fondano sulla affinità chimica, in esse attiva. È dunque l'affinità che ne determina la combinazione; poste fuori del corpo vivente, sottratte all'influenza della forza vitale, esse non obbediscono più che alle forze chimiche; dalla direzione e dalla

intensità di tali forze dipende la resistenza più o meno grande, opposta dalle molecole agli agenti esterni, che tendono a rendere neutra l'azione chimica.

Ma la luce, il calorico, la forza vitale, il peso esercitano un'influenza incontestabile sul numero e sulla disposizione degli atomi semplici che si uniscono per formare un atomo composto; per ciò stesso, che esse hanno il potere di comunicare il moto agli atomi nello stato di quiete, e di fermarne il movimento, queste forze determinano la natura delle proprietà nelle combinazioni chimiche.

La luce, il calorico, la forza vitale, l'elettricità, la forza magnetica, il peso si manifestano dunque come cagioni di movimento o di resistenza, e come tali, sono capaci di mutare la direzione e l'intensità della forza chimica, di accrescerne o diminuirne gli effetti.

Un semplice movimento meccanico basta per imprimere una direzione definita alla forza di coesione dei corpi che cristallizzano, e per modificare la direzione dell'affinità nelle chimiche combinazioni. Si può raffreddare l'acqua assai al di sotto del suo punto di congelamento, senza che cristallizzi; ed allora basta toccarla colla punta di un ago per trasformarla istantaneamente in una massa di ghiaccio solido. La formazione dei cristalli richiede che le molecole dei corpi si trovino in movimento; conviene ch'esse cangino luogo, situazione, affinchè possano disporsi nella direzione in cui le loro affinità sono più forti.

V'ha una moltitudine di soluzioni saline che, saturate a caldo, non depongono cristalli, ove quelle si mantengano in una quiete assoluta; ma un grano di polvere o di sabbia basta allora per determinare la cristallizzazione. Dacchè lo impulso è dato, si diffonde da se stesso; la molecola scossa comunica il moto alla molecola vicina, e si continua così, di prossimità in prossimità, in tutte le molecole.

Se si pone del mercurio metallico in una soluzione di fegato di zolfo, la superficie del metallo si copre ben tosto di solfuro di mercurio nero ed amorfo, la cui quantità cresce a misura che vien tolta la parte trasformata. Ove si fissi il fiasco ben turato, contenente questa mescolanza,

all'incassatura di una sega metallica che s'innalza e si abbassa parecchie migliaia di volte nello spazio di un'ora, si vede la polvere nera trasformarsi in cinabro del più bel color rosso, il quale differisce dal solfuro nero, soltanto per la sua tessitura cristallina.

Il ferro fuso ordinario deve la sua durezza, la sua fragilità e la sua natura cristallina al carbonio che esso contiene; il ferro puro, esente da carbonio, non è che raramente cristallino. Il ferro delle pietre meteoriche si distingue anche dal ferro specolare, perchè ad una tessitura cristallina dichiaratissima accoppia una grande morbidezza, uguale a quella del ferro più duro.

Ma una verga di ferro battuto è tenace, di una spezzatura fibrosa, e non presenta nell'interno faccette cristalline; le sue molecole sono aggruppate confusamente senza ordine; la sua superficie inumidita con un acido dilungato, non offre i disegni particolari del ferro cristallino. Ma, se quella stessa verga di ferro si ponga sotto i colpi del martello, deboli sì, ma lungamente replicati, si vedono le molecole metalliche variare disposizione, e raggrupparsi per l'effetto di questi urti meccanici, nel verso che più favorisce la loro reciproca attrazione: la verga di ferro diviene allora cristallina, frangibile come il ferro fuso: la sua frattura non è più fibrosa, ma liscia e brillante. Tale fenomeno che si produce più o meno rapidamente nei congegni delle locomotive e delle vetture, cagiona spesso accidenti che non si possono prevedere.

Le forze meccaniche esercitano influenza non solamente sulla forma esterna e sulla disposizione delle molecole simili, ma ancora sulla disposizione delle molecole eterogenee, cioè, sulla persistenza delle combinazioni chimiche.

L' urto, l'attrito più leggiero può cagionare l'esplosione del mercurio e dell'argento fulminanti; basta il leggerissimo tocco di una penna per determinare la decomposizione dell'ammoniuro d'argento o del ioduro d'azoto. In tali casi adunque lo scuotimento delle molecole cangia la direzione delle attrazioni chimiche; esse si aggruppano allora in nuovo ordine, i loro elementi producono novelle combinazioni.

L'influenza del calore sulla manifestazione delle affinità è ancora più frequente e più evidente. Infatti, il calorico può superare certe resistenze, opposte all'affinità, e determinare allora la formazione delle combinazioni; talora opera contro all'affinità, provoca un cangiamento rispetto alle attrazioni chimiche, nella disposizione degli atomi, ossia, in una parola, esso può impedire la manifestazione dell'affinità ed annientarla affatto. Alle basse temperature l'attrazione delle molecole eterogenee fra di loro è assai diversa da quella che si manifesta alle temperature elevate; così, non v'ha più combinazione chimica, quando il calore è spinto all'estremo grado.

Quando al freddo intenso dell'inverno esponesi una soluzione di sal marino nell'acqua, vedonsi nascere grossi prismi liquidi, che contengono in chimica combinazione più del 38 p. c. d'acqua: il sale marino, al contrario, che cristallizza alla temperatura ordinaria, è sempre privo di acqua: basta toccare leggermente i cristalli prismatici per vederli divenire opachi e d'un bianco latteo; posti sulla mano, si fondono allora in una poltiglia composta di piccoli cubi di sal marino ordinario. Così, la lieve differenza di 10 gradi nella temperatura è sufficiente perchè le molecole di sal marino manifestino affinità per l'acqua; la quale affinità esse perdono di già al punto di congelamento dell'acqua.

Quando il carbonato di calce cristallizza nell'acqua fredda, le sue molecole si aggruppano sotto la medesima forma, come lo spato d'Islanda; cristallizzato al contrario nell'acqua calda, lo stesso carbonato prende la forma dell'aragonite.

Questi due minerali intieramente incompatibili sotto il rapporto della forma cristallina, così differenti quanto alla durezza, al peso specifico, al potere refrangente, contengono tuttavia le medesime quantità di calce, e di acido carbonico. Quest'esempio ci dimostra che le molecole di carbonato calcare, nel solidificarsi, possono, sotto l'influenza di un'alta temperatura, disporsi in modo diverso per produrre un altro corpo, fisicamente parlando.

Digitized by Google

Ma quello che è ancora più degno di attenzione si è, che, se si porti a debole color rosso un cristallo di arragonite, se si esponga ad un color superiore a quello, in cui prese origine, si stabilisce un movimento in tutte le sue molecole; senza cangiar di peso, prende l'aspetto di cavoli fiori; e si converte in un ammasso di cristalli finissimi, di cui ogni individuo possiede la forma romboedrica dello spato d' Islanda.

Sotto l' influenza di una temperatura di 75 gradi, le sostanze contenute nell' uovo degli uccelli, cangiano intieramente di proprietà; l'albumina liquida appena giallognola, diviene bianca, e prende l'aspetto della porcellana, le sue molecole perdono ogni mobilità, e tuttavia tale notabile metamorfosi succede senza che si elimini alcuna sostanza, nè alcuna se ne aggiunga all' albumina. Prima di essere state scaldate, le molecole albuminose erano solubili, atte a mescersi all'acqua in ogni proporzione; ed il movimento determinato in esse dal calorico, le ha private di tali proprietà, disponendole in un altr'ordine. A questa nuova disposizione molecolare sono da attribuirsi le novelle proprietà dell'albumina. Le forze chimiche attive nelle molecole albuminose, sono le cagioni ultime di questo nuovo aggruppamento; e, sotto tale novella forma, esse oppongono alla causa perturbatrice, al calore, una resistenza, di cui erano prima incapaci.

Tutti i corpi organici si comportano in modo simile: tutti, senza eccezione, sono alterati e distrutti dall'azione di un calore più o meno forte: per resistere a questa cagione perturbatrice, le loro molecole si raccolgono sempre in nuovo ordine. L' equilibrio è allora stabilito dalla formazione di uno, di due, o di tre nuovi gruppi molecolari, risultanti da una sola molecola complessa: in questi nuovi prodotti la resistenza opposta dalla forza chimica è maggiore che nel corpo primitivo: la somma delle affinità non diviene maggiore; ma le affinità si dirigono tutte in un verso, e divengono perciò più energiche.

Supponiamo, per render chiaro il mio pensiero, una molecola d'acqua, sospesa nel centro di una massa d'acqua,

posta in un vetro. Questa molecola centrale è attirata dalle molecole acquee, che la circondano, ed esercita sulle medesime la stessa attrazione, la quale non è più forte da un lato che dall'altro. L' eccessiva mobilità della molecola d' acqua proviene dal trovarsi in equilibrio tutte le forze attrattive che vi agiscono. Basta infatti una debole forza esterna per farla cangiar di luogo; la più leggera diversità di temperatura che ne aumenti o ne diminuisca l'intensità, la costringe parimenti a cangiar di luogo. Se quella molecola fosse attirata a preferenza verso uno dei lati, si muoverebbe per quel verso, e si richiederebbe necessariamente una certa quantità di forza per rimuoverla dal luogo in cui si fosse collocata. Ora, trovansi appunto in tale stato le molecole alla superficie dell'acqua; sono meno mobili che le molecole inferiori, sono più vicine le une alle altre, più contratte come per opera di una pressione esterna; così, usando di una certa precauzione, si può far soprannotare un sottile ago d'acciaio, che cadesse immediatamente al fondo, ove lo s'immergesse in altro verso. Questa coesione più forte delle molecole superficiali proviene dal non essere esse attirate, e non esercitano esse medesime attrazione che in un solo verso; l'attrazione delle molecole sottoposte non è controbilanciata da un'altra attrazione emanante da molecole, che fossero collocate al disopra delle molecole superficiali. Affinchè l'ago cada al fondo del liquido bisogna necessariamente che queste ultime abbandonino anzitutto il loro posto per cederglielo; ma, con qualche precauzione, le molecole acquee non si separano, quantunque l'ago eserciti sopra di loro una pressione 7 ad 8 volte più grande di uno stesso volume d'acqua.

Lo stesso accade riguardo alla forza attrattiva, che mantiene in combinazione le molecole dei corpi. Quanto più sono numerosi gli elementi di una combinazione, quanto più grande è il numero degli atomi, tanto più saranno moltiplicate le direzioni delle forze attrattive. L' intensità dell'attrazione decresce in ragione della moltiplicità delle direzioni. Due atomi, che formano una combinazione, non possono attraersi fuorchè in un senso; tutta la somma di

attrazione si esercita adunque in una direzione unica; se un secondo ed un terzo atomo vi si aggiunga, una parte di questa forza deve necessariamente servire ed attrarre, ed a mantenere in combinazione questi nuovi atomi. Ne risulta dunque, che l'attrazione di tutti gli elementi fra di loro diviene più debole, e che oppongono una minor resistenza alle esterne influenze, che tendessero a separarli.

Ecco appunto la gran differenza, che esiste fra le combinazioni minerali ed i corpi organici. Questi ultimi rappresentano combinazioni di un ordine più elevato: quantunque composti ordinariamente di tre, di quattro, o di cinque elementi al più, i loro atomi sono assai più complessi. Un atomo di sal marino, una molecola di cinabro, costituiscono un gruppo di due atomi solamente: ma un atomo di zuccaro ne contiene 36, una molecola d'olio di oliva contiene più di 100 atomi semplici. Nel sale marino, l'affinità chimica non si esercita fuorchè in un senso; nello zuccaro al contrario essa si esercita in 36 direzioni diverse.

Senza nulla aggiungere all'atomo di zuccaro, e senza nulla toglierne, possiamo rappresentarci i 36 atomi, di cui si compone lo zuccaro, come disposti in mille maniere diverse; ogni variazione nella disposizione di un solo di questi atomi cagiona un cangiamento nelle proprietà dell'atomo composto dello zuccaro.

È chiaro che il movimento, la perturbazione delle affinità, deve produrre negli atomi organici come pure in tutti gli atomi di un ordine più elevato, modificazioni, che queste cagioni non provocherebbero in atomi meno complessi, p. e., nelle sostanze minerali. Appunto a tale estrema complicazione delle molecole organiche, a questa debole attrazione dei loro elementi conviene attribuire la facilità colla quale questi corpi si decompongono per mezzo del calore.

Le molecole organiche, poste una volta in moto, o respinte vicendevolmente per effetto del calore, si dispongono in molecole più semplici, in cui l'attrazione agisce giusta un minor numero di direzioni, e resiste maggiormente alle influenze perturbatrici.

I minerali, le combinazioni inorganiche sono il risultamento dell'affinità chimica che agisce liberamente senza incagli, ma il modo di aggruppamento di tali combinazioni, la disposizione dei loro atomi è provocata dall' influenza di cagioni estranee, contemporaneamente attive. Queste ultime sono in qualche modo le cagioni determinanti della forma e delle proprietà di queste combinazioni. Se, nella loro formazione, la temperatura è più elevata o più bassa, le loro molecole si collocano altrimenti.

In quel modo, in cui il calore modifica la forma, e le proprietà delle combinazioni minerali, così anche il calorico, la luce, e sovrattutto la forza vitale influiscono similmente sulle combinazioni ingenerate nell'economia vivente; questi agenti vi determinano adunque il numero e la disposizione degli atomi.

Noi possiamo comporre un cristallo di allume, col mezzo de' suoi elementi, zolfo, ossigeno, potassio ed alluminio, perchè, fino ad un certo punto, possiamo disporre dell'affinità chimica e del calorico. Ma ci è impossibile di riprodurre una molecola di zuccaro col mezzo de'suoi elementi; perchè la combinazione diretta di questi elementi si è effettuata pel concorso della forza vitale, che non possiamo padroneggiare, come il calore, la luce od il peso. Tuttavia, sì tosto che questi elementi si sono riuniti in un atomo organico, essi rientrano nella classe delle altre combinazioni chimiche; noi possiamo allora a nostro grado modificare le attrazioni, che sono attive nelle loro molecole, accrescerle o distruggerle od anche neutralizzarle; combinando insieme due, tre o parecchi atomi organici, già composti, possiamo produrre atomi di un ordine più elevato; così noi siamo in grado ancora di convertire le molecole complesse in molecole più semplici; con legno ed amido, il chimico può formare zuccaro, acido acetico, aceto, aldeide, alcool, acido formico; e tuttavia, non può comporre tutte queste sostanze col mezzo dei loro elementi. Non è la forza vitale, che determini l'associazione degli elementi per formare una combinazione chimica; niun elemento è, per se stesso, capace di servire allo sviluppo delle piante, od alla

nutrizione degli animali. Tutte le sostanze, che intervengono nei fenomeni vitali, sono aggruppamenti poco complessi d'atomi semplici, che posti sotto l'influenza della forza vitale, si associano per produrre atomi di un ordine più elevato. La forma e le proprietà dei primi aggruppamenti sono determinati dall'affinità chimica, sotto l'impero del calorico; ma è la forza vitale che determina la forma, e le proprietà degli aggruppamenti superiori degli atomi organizzati (22).

Digitized by Google

LETTERA DECIMATERZA

Metamorfosi delle combinazioni organiche, sottratte all' influenza della forza vitale. — Fermentazione, putrefazione, combustione lenta. Il movimento è la causa di questa metamorfosi. — Fermentazione del sugo di uva. — Lievito di birra. — Metamorfosi dell'aldeide. — Fermenti in generale. — Il modo di fermentazione dipende dall'aggruppamento degli atomi, che si vanno trasformandosi. — Fermentazione alcoolica. — Fermentazione vischiosa. — Formazione dell'acido lattico, dell'acido butirrico, e del sapore dei vini. — Etere acetico. — Etere butirrico. — Etere enantico.

Solo in virtù dell'inerzia gli atomi organici conservano il loro stato, la loro forma, e le loro proprietà, dopo l'estinzione dell'attività vitale. Una legge, che per la sua generalità abbraccia tutta la natura, dimostra che la materia per se stessa non possiede alcuna attività; un corpo in movimento non cessa di muoversi, che per effetto di una resistenza; affinchè un corpo in quiete si ponga in moto, o manifesti un' attività qualunque, bisogna necessariamente che una causa esterna agisca sovr'esso.

Le parti costituenti dei tessuti animali e vegetali si producono sotto l'impero della forza vitale; questa forza determina la direzione, in cui si attirano gli elementi di queste parti. La forza vitale è dunque un agente motore,

Digitized by Google

atto a comunicare il moto agli atomi in quiete, e ad opporre resistenza agli altri agenti del moto, all'affinità chimica, al calorico, alla forza elettrica.

Noi possiamo benissimo ridisciogliere, o liquefare l'albumina coagulata dal calore, ma la forza vitale ha sola il potere di restituire ai gruppi molecolari dell'albumina la disposizione primitiva, che loro è propria nell'uovo. Nella economia animale, l'albumina e la carne, cotte, si trasformano di bel nuovo in albumina, in carne ed in sangue.

Quando un tessuto animale o vegetale deve formarsi, la forza vitale sottentra per resistere a tutte le forze, quali sono la coesione, il calore, l'elettricità, che impediscono gli atomi di riunirsi, fuori dell'organismo, in aggruppamenti complessi di un ordine più elevato; essa distrugge dunque l'influenza perturbatrice esercitata da queste forze sulla manifestazione dell'affinità chimica, essa provoca l'associazione di quei complessi aggruppamenti, come p. e. il colore favorisce o rende possibile la produzione di certe combinazioni minerali, col rimuovere, od attenuare le resistenze opposte da altre forze.

Sono appunto queste altre forze, che cagionano l'alterazione delle proprietà nelle combinazioni organiche, sottratte dalla morte all'influenza della forza vitale. Il contatto dell'aria, l'attrazione chimica più debole bastano allora per determinare negli atomi una trasposizione, una nuova disposizione, una scomposizione; allora vedesi la produzione dei fenomeni, conosciuti sotto il nome di fermentazione, corruzione ossia putrefazione: queste sono decomposizioni chimiche nelle quali gli elementi riprendono lo stato, che possedevano fin dal principio prima di prender parte alle funzioni vitali: esse riducono gli atomi organici complessi al grado di combinazione più inferiore, donde questi ebbero origine.

Solo in questi ultimi tempi si riconobbero le vere cagioni di queste notabili decomposizioni; si verificò che nessuna parte vegetale od animale è capace di fermentare, o di marcire spontaneamente; ma che tal genere di decompo-

sizione è sempre provocato, quando dal calore, quando da un'azione chimica, come, p. e., il contatto dell'acqua o del gas ossigeno.

Il sugo d'uva, finchè l'esterno inviluppo dell'acino lo preserva dal contatto dell'aria, non prova alcuna alterazione sensibile; l'acino si dissecca soltanto; ma basta una leggiera scalfittura operata sull'inviluppo da un ago, per alterare tutte le proprietà del sugo. Finchè il sugo è al riparo dall'aria, al riparo, cioè, dell'azione chimica, esercitata dall'ossigeno sulle sue parti costituenti, il sugo può conservarsi indefinitamente; manca allora adunque la ragione perturbatrice, malgrado la inalterabilità delle sue parti. Quando il sugo è esposto all'aria, vi si opera allora, sotto una data temperatura, uno svolgimento di gas vivace e tumultuoso, ed allora lo zuccaro sparisce; terminata la fermentazione, il sugo rimane più chiaro, depone del lievito allo stato di sedimento giallognolo, e contiene una quantità di alcool corrispondente alla proporzione di zuccaro che conteneva dapprima.

Separato dal sugo, il lievito può determinare gli stessi fenomeni in novella acqua inzuccherata, fino al punto di convertire tutto lo zuccaro in acido carbonico ed alcool. Ma, di mano in mano che le molecole succherine si trasformano a questo modo, anche il lievito scompare, perchè prova anch'esso una particolare decomposizione più lenta, e finalmente perde la proprietà di provocare la fermentazione in una nuova porzione d'acqua inzuccherata.

Le secrezioni animali si comportano perfettamente nello stesso modo. Nello stato di salute il latte, nella mammella della vacca, o l'orina nella vescica, non provano alcun'alterazione; ma, al contatto dell'aria, il latte si rapprende, e deposita, senza svolgere alcun gas, una massa gelatinosa, il cacio; il latte allora inacidisce, e lo zuccaro, che esso conteneva, scompare di mano in mano che l'acidità aumenta.

La fermentazione dei sughi vegetali, l'inacidimento ed il coagulamento del latte, sono fenomeni dello stesso ordine; non differiscono che nella forma, o nello stato dei nuovi

prodotti, ingenerati da questi liquidi. Nella fermentazione del sugo d'uva, una delle nuove combinazioni, l'acido carbonico, è gazosa, ed essa è che determina il bollimento del liquido; nella fermentazione del latte, i prodotti restano nella dissoluzione.

Come lo stato e la forma di questi prodotti sono cose puramente accidentali, si comprendono, sotto il nome di fermentazione, tutte le decomposizioni simili a quelle del mosto d'uva o del latte, sia che svolgano gas, o non ne svolgano. Nel linguaggio volgare si distingue la fermentazione dalla putrefazione; tuttavia questa distinzione non è, per niun verso, scientifica, poichè non si riferisce che ad un'impressione prodotta sui nervi olfatori. La putrefazione è la fermentazione delle sostanze organiche azotate o solforate, nella quale si formano ordinariamente prodotti dotati d'un odore disaggradevole.

La debole attrazione che mantiene in combinazione gli atomi semplici nelle sostanze organiche, rende questi atomi mobilissimi, e può riguardarsi come la cagione lontana dei fenomeni di cui parliamo. I sughi vegetali e le secrezioni animali contengono sostanze che si alterano, poichè esse non sono protette dall'organismo, e s'incontrano coll'ossigeno dell'aria. Quando si taglia un pomo, una bietola, un pomo di terra, in pochi minuti si vede la superficie, posta a nudo dal coltello, imbrunire, di bianca che essa era prima; simili alterazioni si effettuano nei vegetali col mezzo di una leggiera lesione delle foglie, o di altre parti verdi, quantunque non si manifestino sempre con un coloramento; l'ossigeno dell'aria, combinandosi allora con una delle parti costituenti del sugo, distrugge l'ordine delle molecole, intorbida l'equilibrio delle attrazioni primitive, opera una nuova distribuzione degli atomi, e provoca così un certo movimento della molecola complessa.

Comunicato una volta l'impulso, il movimento persiste. Quando la fermentazione si è stabilita in un sugo vegetale, nel latte, nella carne, non è più necessario il concorso ulteriore dell'ossigeno, e la fermentazione può continuare senz'esso. La prima molecola, scossa dall'ossigeno, si trova

in contatto con altre molecole, aventi la medesima composizione, od una composizione diversa. Il moto impresso alla prima molecola agisce allora come un urto sulle molecole vicine; in tal modo il moto si propaga o si arresta, secondo l' intensità dell'attrazione che agisce fra gli atomi semplici delle molecole. Se il moto è più forte della resistenza che gli è opposta, esso continuasi in una seconda molecola, i cui atomi provano così un movimento diretto nello stesso senso di quello della prima molecola, e si dispongono allo stesso modo; si comunica quindi ad una terza molecola, ad una quarta, fino all'ultima molecola complessa, contenuta nel liquido. Quando la resistenza è superiore al movimento, quando la forza (ora in combinazione) delle altre molecole complesse è più potente della causa che tende a dissociarle, od aggrupparle in novelli prodotti, il moto cominciato deve evidentemente cessare a poco a poco.

Uno dei più belli esempi di una simile perturbazione molecolare ci viene offerta dall'aldeide. Questo corpo costituisce un liquido privo di calore, atto a mescersi coll'acqua, e così volatile, che di già entra in ebollizione al calore della mano (a 21°); esso ha un odore che stordisce; è poi rimarchevole per l'avidità con cui attrae l'ossigeno dell'aria, per convertirsi in acido acetico; posto in contatto con una liscivia di potassa, si inspessisce e produce una resina bruna. Ecco parecchie proprietà certamente assai distinte; ma il più strano si è, che esse non sono persistenti. Infatti, il modo che si deve adoperare per prepararlo, è tale, per cui non si potrebbe porlo al riparo dell'ossigeno. Se lo si rinchiude entro un tubo di vetro chiuso ermeticamente, pure alcune particelle rimangono sempre nello stato in cui esse assorbono ossigeno; allora tale assorbimento trovasi naturalmente sospeso; ma l'equilibrio, rotto da esso, non si ristabilisce perciò, e continua il moto molecolare.

Le molecole più vicine a quelle che subirono questo cominciamento di ossidazione, si agitano a lor volta; e i loro elementi si aggruppano allora in una direzione novella; questa agitazione a poco a poco si comunica a tutte le

molecole dell'aldeide, finchè, dopo alcune settimane, finalmente non se ne trova più nel tubo chiuso; ma è surrogata da una sostanza, le cui proprietà non sono le medesime. Questa nuova sostanza presentasi sotto forma d'un liquido, che non si mesce all'acqua, sorge a galla come un olio alla superficie dell'acqua, possiede un odore piacevole ed etereo, bolle ad una temperatura elevata di 60 gradi al dissopra del punto di ebollizione dell'aldeide, non si converte in resina colla potassa, nè si trasforma in acido acetico.

Malgrado tale differenza nelle proprietà, questo nuovo corpo ha esattamente la composizione dell'aldeide; contiene gli stessi elementi uniti nelle stesse proporzioni; tuttavia al vedere la sua densità allo stato di vapore, si scorge che i suoi atomi sono più ravvicinati, e disposti altrimenti.

La fermentazione, come si vede, richiede tempo, e non si eseguisce, come le altre azioni chimiche, in un istante incommensurabile; si è perchè essa è il risultamento della propagazione suscettiva di una attività, che si propaga di molecola in molecola. D'altronde, tutte le combinazioni organiche non sono atte a fermentare: questa proprietà è soltanto propria agli atomi complessi, e non si osserva nelle sostanze, i cui elementi sono tenuti in combinazione da vigorose affinità (23).

La circostanza più meritevole di osservazione, in tal genere di metamorfosi, è questa, che nessuna estranea sostanza, niun'affinità esteriore prende parte alla formazione de'nuovi prodotti; per effetto della perturbazione dell'equilibrio degli elementi, questi non fanno che dislocarsi. L'atomo di zuccaro si scompone in 2 atomi d'acido carbonico, ed in 1 atomo d'alcool; la somma di questi due prodotti contiene gli stessi elementi che l'atomo dello zuccaro, e nelle medesime produzioni. Prima d'inacidire, il latte contiene lattina, ossia zuccaro di latte: quest'ultimo corpo, nel latte inacidito, trovasi surrogato dall'acido lattico, la cui composizione è identica a quella dello zuccaro di latte.

In certi casi gli elementi dell'acqua o di altri atomi complessi prendono parte a queste trasformazioni; questo

accade sovratutto quando due o più atomi complessi si scindono in modo di offrire prodotti più semplici, dotati di affinità l'uno verso l'altro, allora non si ottengono questi prodotti separatamente, ma combinati fra loro.

Il lievito ed i fermenti, in generale, sono sostanze, i cui elementi si trovano in uno stato di decomposizione; ed è appunto tale stato che lor comunica la proprietà di determinare la fermentazione. Questo stato non può mantenersi; di mano in mano che la decomposizione del fermento progredisce, e si compie, egli perde questo stato unitamente alla sua attività. Solo il lievito fresco è attivo; dopo un giorno, si osserva già una grande indifferenza nella sua maniera d'essere.

Una soluzione di tannino può conservarsi per anni intieri in un vaso chiuso, senza soggiacere alla menoma alterazione. Ma se il tannino esiste nello stato in cui si trova nell'estratto di noce di galla, va a poco a poco cangiando di proprietà; esposto in luogo caldo, egli scompare poco a poco intieramente, e deposita bei cristalli d'acido gallico; la ragione si è che, oltre il tannino, l'estratto di noce di galla contiene una sostanza particolare, che si decompone al contatto dell'acqua, e sotto l'influenza della quale il tannino stesso prova una simile trasformazione (24).

La formazione dell'acido lattico nelle rape o nei cavoli inaciditi, si effettua in modo simile.

Le parti non azotate delle piante e degli animali, come lo zuccaro, la gomma, l'amido, ecc., non fermentano sole in contatto dell'ossigeno. La proprietà di fermentare non si presenta ordinariamente che negli atomi complessi, che, oltre il carbonio, contengono l'idrogeno e l'ossigeno, due altri elementi, l'azoto e lo zolfo. Sono questi atomi complessi che eccitano la fermentazione nelle sostanze non azotate; la fermentazione continua nel liquido durante tutto il tempo del contatto dello zuccaro colla sostanza azotata allo stato di metamorfosi (25). Quando è escluso l'ossigeno, le due metamorfosi si operano nello stesso tempo, e si comportano reciprocamente in modo che, quando la metamorfosi dello zuccaro è intieramente compiuta, come accade,

p. e., nei vini poveri di zuccaro, rimane una certa quantità di fermento non decomposta; la presenza di quest'ultima fornisce al vino la proprietà di fermentare una seconda volta, per l'aggiunta di una nuova quantità di zuccaro. Se, al contrario, la metamorfosi del fermento è compiuta prima di quella dello zuccaro, allora nel liquido rimane un residuo di zuccaro non alterato; questo accade, p. e., nei vini del Mezzodì.

È pure la presenza del fermento che comunica al vino la proprietà d'inacidire al contatto dell'aria; quando non vi si trova più fermento, allora si può esporre il vino a temperature alte o basse, senza che inacidisca.

I fermenti contenuti nel sugo d'uva e nei sughi vegetali in generale, costituiscono sostanze, la cui composizione è simile a quella del sangue, o a quella del *caseo* del latte. Col mezzo del concime animale si può aumentare la quantità di queste sostanze attive, p. e., nella vite. L'escremento vaccino è ricco d'alcali che influiscono sull'aumento dello zuccaro; ma è povero di azoto e di fosfati, pel concorso dei quali produconsi i principii del sangue; gli escrementi menti dell'uomo, al contrario, contengono poche sostanze alcaline soltanto, ed invece contribuiscono efficacemente alla produzione dei principii del sangue, ed a quella perciò delle sostanze, che, come i fermenti vegetali, hanno una simile composizione.

Noi possiamo adunque, col mezzo di adatta coltivazione e di opportuna scelta di concime, esercitare una massima influenza sulla qualità del mosto di uva. Quando il mosto è carico di sostanze azotate, simili ai principii del sangue, allora possiamo migliorarlo coll'aggiungervi zuccaro, prodotto nell'organismo di un'altra pianta; oppure ancora (il che vale lo stesso) coll'aggiungere alle uve de'nostri climi, quando esse non si maturarono, uve secche, mature, e provenienti dai paesi meridionali.

Queste sono, rispetto alla scienza, veri miglioramenti che non hanno alcun carattere di frode.

Dissi già che la forma e la proprietà dei prodotti della fermentazione dipendono dalla disposizione degli atomi

complessi in decomposizione. Ma, naturalmente, il calore influisce pure su questi fenomeni, non altrimenti che sulle ordinarie reazioni chimiche. Il sugo delle carote, delle bietole, delle cipolle è ricco di zuccaro; all'ordinaria temperatura somministra gli stessi prodotti che il sugo dell'uva; vale a dire, acido carbonico, un liquido carico d'alcool, e un deposito di fermento azotato. Quando la temperatura è più alta, p. e., a 40° od a 50°, le proprietà si cangiano; è minore lo svolgimento di gaz, e non si produce più alcool. Se si esamina il liquido quando la fermentazione è compiuta, non vi si trova più la minima particella di zuccaro; ma, in sua vece, si scopre una quantità abbondante di acido lattico, accompagnata da un corpo simile alla gomma, oltre ad una sostanza che possiede la composizione, e tutte le proprietà della mannite, principio zuccherino della manna.

L'alcool e l'acido carbonico sono dunque i prodotti della metamorfosi dello zuccaro alla temperatura ordinaria; la mannite, l'acido lattico e la gomma sono il risultamento della fermentazione dello zuccaro ad un'alta temperatura.

È verosimile che, ad alta temperatura, la metamorfosi del fermento si operi essa medesima in altro senso, in maniera da modificare la disposizione delle molecole vicine dello zuccaro. L'esperienza prova almeno che non il solo calore è capace di variare i prodotti della fermentazione; anche la natura del fermento può fare che un solo e medesimo corpo dia origine a prodotti diversi.

L'acido lattico, nel latte che inacidisce, deriva dallo zuccaro, la cui trasformazione è provocata dal suo contatto col *caseo*, che subisce un'alterazione alla presenza dell'aria.

Se dopo la scomparsa di tutto lo zuccaro di latte s'aggiunga al liquido una nuova quantità di zuccaro, la fermentazione continua finchè lo zuccaro trova del cacio in decomposizione. Questa metamorfosi dello zuccaro di latte, senza svolgimento di gaz, non succede che alla comune temperatura dell'aria. Qualora la temperatura s'innalzi a

24 od a 30, i prodotti non sono più i medesimi: in tali circostanze il caseo acquista le proprietà del lievito ordinario, e lo zuccaro di latte prova allora due trasformazioni consecutive; egli comincia col fissare chimicamente una certa quantità d'acqua, per trasformarsi nella medesima varietà di zuccaro che si trova nell'uva; quindi, in contatto del caseo, si risolve in alcool ed in acido carbonico.

In poche parole, il latte, fermentato alla temperatura ordinaria, somministra acido lattico, quale prodotto principale della scomposizione dello zuccaro; ad una temperatura più elevata, esso dà origine ad un liquido alcoolico, d'onde si può estrarre, per mezzo della distillazione, un vero liquore spiritoso.

Quando ad una soluzione zuccherina invece del lievito s'aggiunga una piccola quantità di caseo bianco rappreso e di creta, per mantenere il liquore allo stato neutro, vi si stabilisce bentosto, a 25° oppure 30°, un vivissimo sviluppo di gaz; lo zuccaro sparisce intieramente, si svolge gaz acido carbonico e gaz idrogeno, ed allora il liquido contiene dell'*acido butirrico*, uno degli acidi organici più importanti, e conosciuto come principio del latte o del butirro.

Così, nella fermentazione ordinaria lo zuccaro si scinde in due prodotti, alcool ed acido carbonico; nella fermentazione precedente ne produce tre, acido butirrico, acido carbonico e gaz idrogeno. Esistono d'altronde rapporti notevolissimi nella composizione di questi diversi prodotti; l'alcool è acido butirrico più idrogeno; la molecola butirrica equivale ad una molecola d'alcool, d'onde siano stati eliminati due atomi d'idrogeno.

Simili variazioni nella natura dei prodotti si osservano in tutte le fermentazioni, sia per l'effetto d'un cangiamento di temperatura, sia per quello della presenza di altre sostanze che prendono parte alla trasformazione. Così lo stesso sugo di uva, fermentando a diverse temperature, somministra vini di qualità assai diverse, secondo che la temperatura dell'aria in tempo delle vendemmie è bassa od ele-

vata; la profondità, la temperatura dei tini, durante la fermentazione, fa anche variare la qualità, l'odore ed il sapore dei vini.

Un locale, la cui temperatura resti costante, una fermentazione, lenta e regolare, non tumultuosa, ecco le condizioni più favorevoli alla produzione di un buon vino, e delle quali l'uomo può disporre a suo grado. Bisognerebbe far fermentare il vino in cantine profonde, che così bene convengono alla fermentazione delle buone qualità di birra; i vantaggi di queste cantine derivano principalmente dalla loro temperatura costante; ed io sono convinto che converrebbero anche alla fermentazione dei vini.

L'influenza delle sostanze estranee sulla fermentazione è sovratutto evidente nel mosto dei pomi di terra. È noto che questo, colla distillazione, oltre l'alcool, somministra un liquido oleoso, velenoso, di odore e sapore ingratissimi.

Quest'olio, detto *olio di pomi di terra*, non esiste formato in questo tubercolo; è un prodotto della metamorfosi dello zuccaro: questo prodotto si forma anche nella fermentazione dei sciroppi provenienti dalla fabbricazione dello zuccaro di bietole. Rispetto ai caratteri chimici, spetta alla stessa categoria dell'alcool, da cui si fossero separati gli elementi dell'acqua. Due atomi d'olio di pomi di terra si producono per la riunione di cinque atomi d'alcool eliminando sei atomi d'acqua.

Questa produzione dell'olio di pomi di terra (sì abbondante che l'olio impiegato all'illuminazione in alcune fabbriche d'acque distillate), non succede mai nei liquidi in fermentazione che contengono acido lattico, cremore di tartaro, acido citrico, o certe sostanze amare, come il luppolo. Esso effettuasi di preferenza nei liquidi alcalini o neutri, oppure in quelli che contengono acido acetico o lattico; e la si può in gran parte impedire coll'aggiunta di cremore di tartaro.

L'odore ed il sapore dei vini derivano sempre da particolari combinazioni prodotte durante la fermentazione. I vini vecchi del Reno contengono etere acetico; vi si trovano talvolta piccole quantità d'etere butirrico, alle quali

essi devono un odore ed un gusto piacevoli somiglianti a vecchio rhum della Giamaica (26). Quei vini contengono tutti dell'etere enantico che loro comunica l'odore vinoso. Tali combinazioni si producono, sia durante la fermentazione, sia nel tempo che il vino è in quiete per l'azione de' suoi acidi sull'alcool.

Gli acidi liberi contenuti nel sugo d'uva in fermentazione prendono dunque parte attivissima nella produzione delle sostanze odoranti. I vini del Mezzodì, preparati con uva ben matura, contengono del tartaro, ma non vi si trovano acidi organici liberi; essi hanno appena l'odore particolare proprio agli altri vini, e non potrebbero sostenere alcun confronto coi vini squisiti di Francia e del Reno.

Digitized by Google

LETTERA DECIMAQUARTA

Proprietà della *caseina* delle piante e degli animali. — Maniera di essere della caseina vegetale colla salicina; saligenina. — Maniera di essere della caseina vegetale coll'amigdalina; formazione dell'acido prussico, e dell'olio di mandorle amare. — Azione della caseina vegetale sulla senapa nera; produzione dell'essenza di senape. — Il glutine, le pelli animali, il lievito, agiscono come la caseina delle piante. — Preparazione del formaggio. — Proprietà dei fermenti di render fluido il bianco d'uovo, ecc.

Le proprietà del caseo animale ordinario, l'influenza che questo corpo, nello stato di trasformazione, esercita sulle molecole dello zuccaro, sono certamente ragguardevolissime; tuttavia non possono equipararsi a quelle del caseo o caseina vegetale contenuto nel latte di mandorle.

Tutti sanno che le mandorle dolci, ridotte in pasta e dilungate in 4 a 6 volte il loro peso d'acqua, danno un liquido intieramente simile, rispetto ai caratteri esterni, al latte vaccino molto grasso; come in quest'ultimo l'aspetto latteo dell'emulsione di mandorle proviene da piccolissime particelle d'olio o di grasso, che si portano alla superficie nella forma di cremore; quest'emulsione si coagula per addizione dell'aceto come il latte degli animali; può anzi inacidire in seguito ad una quiete prolungata. Si è perchè il latte di mandorle contiene una sostanza intieramente

simile al cacio animale sì per la sua composizione che per la sua grande alterabilità.

Dal momento in cui il latte esce dalla mammella della vacca, il cacio che vi si trova contenuto prova un'alterazione progressiva, la quale diviene sensibile dopo un certo tempo per mezzo della coagulazione del latte. La caseina vegetale soggiace ad un'alterazione simile quando le mandorle si ridussero allo stato di emulsione.

Il caseo delle mandorle, non altrimenti che quello del latte, contiene una certa quantità di zolfo; contiene anche più di azoto che il cacio del latte; il che spiega fino ad un certo punto i diversi effetti di questi due corpi come fermenti. Essi agiscono d'altronde allo stesso modo nella fermentazione dello zuccaro. Quando ad una soluzione di zuccaro d'uva (identico allo zuccaro di fecola ed allo zuccaro concreto contenuto nel miele) si aggiunga una certa quantità di latte di mandorle, spogliato delle parti grasse colla pressione a freddo, la mescolanza, lasciata in luogo caldo, prova bentosto la fermentazione vinosa. Si può allora, col mezzo della distillazione, estrarre dal prodotto uno spirito di vino dotato di un gusto particolare gradevolissimo.

Il cacio animale produce lo stesso effetto. Ma il cacio vegetale del latte di mandorle può, in moltissime combinazioni organiche, come, per esempio, quelle dell'amigdalina e della salicina, determinare metamorfosi e decomposizioni tali, cui non può provocare il cacio animale.

Chiamasi salicina quella parte della corteccia dei salici che le comunica quel sapore così amaro, e che le comunica la proprietà di colorirsi in rosso-cremesi, per l'aggiunta di alcune goccie d'acido solforico concentrato. L'aqua estrae facilmente questa salicina. Allo stato di purezza costituisce aghi sottili, allungati, intrecciati, e d'un'estrema bianchezza. La salicina, come lo zuccaro, è una sostanza non azotata, ma la composizione della sua molocola è assai più complessa.

Qualora s'introduca della salicina entro latte di mandorle, il sapore amaro scompare bentosto per dar luogo ad un

sapore francamente zuccherino. Allora non v'ha più di salicina, alla quale sottentrarono zuccaro di uva, ed un nuovo corpo, la saligenina, affatto diversa dalla salicina. Lo zuccaro e la saligenina contengono insieme gli elementi della salicina. In contatto del caseo del latte di mandorle, un atomo di salicina si risolve in un atomo di zuccaro ed in un atomo di saligenina.

La maniera, con cui il caseo vegetale si comporta coll'amigdalina, è ancora più notevole. Prima che si conoscesse l'esistenza dell'amigdalina nelle mandorle amare, i prodotti particolari, cui essa dava origine, non si potevano spiegare, e sembravano un mistero difficile a rischiararsi. Quando si riducono le mandorle in polvere sottile e si distillano con acqua, vi passa un liquido odorosissimo, reso latteo da infinite goccioline oleose, che vanno poco a poco raccogliendosi in fondo.

Quell'olio è volatile, e possiede un odore e sapore fortissimi di mandorle amare; è più pesante dell'acqua, e si fa concreto a poco a poco, assorbendo l'ossigeno dell'aria, e si converte così in cristalli d'acido benzoico, privi d'odore. Oltre quest'olio essenziale, nella stessa acqua distillata si trova una quantità considerabile d'acido prussico.

Ora, nè l'acido prussico, nè l'olio essenziale esistono formati nelle mandorle amare, prima di essere queste distillate coll'acqua. Se queste due sostanze vi preesistessero, come succede per esempio quanto all'essenza di terebentina nella resina dei pini, ed all'olio di rose nei fiori di questo nome, converrebbe poterle estrarre allo stesso modo, col mezzo degli olii grassi o di un altro sciogliente. Ma l'olio grasso, che si spreme dalle mandorle amare, è assai dolce, altrettanto privo di sapore, che l'olio delle mandorle dolci; non vi si scopre alcun indizio di acido prussico, nè d'olio volatile, sebbene questi due corpi vi siano solubilissimi.

Quando si saturano le mandorle amare d'alcool bollente, quest'ultimo non estrae acido prussico, nè olio essenziale, ma invece somministra un corpo bianco e cristallizzabile. Questo si precipita per effetto dell'evaporazione dell'alcool; la sua soluzione acquosa ha un sapore legger-

mente amaro. Si distingue dallo zuccaro e dalla salicina per la ragione che contiene sempre una certa quantità di azoto.

Egli era manifesto che l'acido prussico e l'olio di mandorle amare doveano formarsi da quel corpo, ovvero da sostanze ignote esistenti nelle mandorle le quali si fossero unite all'amigdalina. Tale fu la conclusione a cui fu condotto quel chimico che scoperse l'amigdalina. Non trovando il motto dell'enigma, quel chimico attribuì, come spesso accade, all'azione di un essere invisibile la produzione dell'amigdalina, e la sua trasformazione in acido prussico ed in essenza di mandorle amare.

Ma questa trasformazione si è spiegata in modo semplicissimo. Si verificò che, se si ponga una soluzione acquosa di amigdalina in contatto con latte di mandorlo preparato di recente, essa subisce una decomposizione dopo alcuni istanti; gli atomi dell'amigdalina si aggruppano allora in un ordine nuovo, e si scindono in acido prussico, olio volatile di mandorle amare, zuccaro, acido formico ed acqua. Gli atomi semplici, nel numero di 90, di tutti questi prodotti, sono tutti contenuti in un solo gruppo nella molecola di amigdalina.

La quantità di amigdalina, che si decompone così sotto l'influenza del caseo vegetale, dipende fino ad un certo punto dalla quantità d'acqua contenuta nella mescolanza. Secondo che la quantità di quest'acqua è, o non sufficiente a disciogliere tutti i prodotti, l'amigdalina si decompone in totalità, o soltanto in parte. L'olio essenziale di mandorle amare richiede 30 parti d'acqua per disciogliersi; gli altri prodotti ne richiedono meno. Ora se al latte di mandorle si aggiunga tale quantità di amigdalina, per cui, su 30 parti d'acqua, non possa prodursi che una sola parte d'essenza di mandorle amare, tutta l'amigdalina sparisce; una maggior addizione di amigdalina alla stessa miscela non proverebbe alcuna decomposizione (27).

È facile di vedere, che l'affinità chimica, cioè il potere sciogliente dell'acqua prende parte a questa metamorfosi. L'attrazione dell'acqua per uno dei prodotti concorre ad

Digitized by Google

effettuare la decomposizione. Come il bianco delle mandorle amare è intieramente identico al caseo vegetale delle mandorle dolci, ne nasce, che la persistenza dell'amigdalina nelle mandorle dipende intieramente dalla quantità di umidità, che esse contengono. Le mandorle non contengono che una piccola proporzione d'acqua, relativamente ai prodotti amigdalici, che essa può disciogliere; così triturando le mandorle, e ponendole in emulsione con maggior quantità d'acqua, l'amigdalina diminuisce poco a poco, e sparisce intieramente, se v'è acqua sufficiente.

Le reazioni dell'amigdalina e del bianco delle mandorle acquistano ancor maggior momento, ove si ponga mente, che la presenza dell'amigdalina nelle mandorle è soggetta ad una certa influenza locale, secondo il terreno, per avventura occupato dall'albero. Infatti i botanici non poterono scoprire alcuna differenza anatomica fra l'albero che porta mandorle dolci e quello che genera mandorle amare: succede talvolta, che per la traslazione sola d'un terreno all'altro, un mandorlo produca mandorle dolci dopo di avere portato frutti amari: singolare esempio dell' influenza dei principii del suolo sull'atto vitale delle piante!

I fatti precedenti dimostrano pure quanto la presenza dell'acqua possa influire sull'esistenza di certe combinazioni organiche. Eccone ancora alcuni altri di non minore importanza.

Tutti sanno che la polvere di senapa nera, dilungata nell'acqua, somministra una pasta, che esercita sulla pelle un'azione vescicatoria assai energica. Quest'azione proviene da un olio volatile, privo di ossigeno, ma solforato, che si può ottenere, come l'olio di mandorle amare, distillando la pasta con acqua. Si è a quest'olio che la senapa ordinaria da tavola deve il suo gusto ed il suo odore allo stato di purezza, l'olio, di cui parlo, è eccessivamente acre.

I grani di senapa non contengono alcun indizio di quest'olio volatile; l'olio pingue, che se ne estrae colla pressione, è dolce e senza acredine. L' olio volatile nasce da un corpo azotato o solforato, non acre, e che si trasforma immediatamente per la azione del caseo vegetale contenuto

nel granello, dacchè questo corpo è posto in contatto con una quantità d'acqua sufficiente. Fra i nuovi prodotti si trova allora quest'olio volatile ed acre.

Le parti azotate e solforate di quasi tutti i semi, principalmente il *glutine* dei cereali, hanno una composizione simile a quella del caseo vegetale, e, come quello delle mandorle e della senapa, sono capaci di esercitare alla presenza dell'acqua un'azione scomponente sovra altri prodotti contenuti nello stesso seme. Quelle parti devono la loro azione allo stato di decomposizione, in cui si trovano esse medesime.

La farina di segala o di grano, come anche le altre farine, quando si dilunghino in venti volte il loro volume d'acqua, a 75°, somministra un amido, che in poche ore diviene fluido, ed acquista un sapore francamente zuccherino. Ciò accade perchè l'amido, contenuto nella farina, fissa una certa quantità d'acqua, le sue molecole si dispongono in un ordine nuovo e si produce così, prima una gomma particolare, poi zuccaro così detto d'uva.

Questa trasformazione è provocata dallo stato di decomposizione del glutine contenuto nella farina. Alla medesima cagione conviene attribuire la fluidificazione della pasta nella preparazione del pane.

La stessa produzione di zuccaro si effettua nella germinazione del grano. Quando il grano si pone a germogliare, sia fromento, segala od orzo, tutto l'amido, contenuto nel grano, si trasforma in zuccaro per l'azione delle molecole, colle quali l'amido si trova in contatto. Il glutine stesso acquista allora nuove proprietà; come l'amido, esso diviene solubile nell'acqua.

Quando si scaldi fino all' ebollizione l' estratto acquoso d'orzo germinato (*malto*), quest'estratto, conosciuto dai fabbricatori di birra sotto il nome di *mosto di birra*, depone una grande quantità di glutine, sotto la forma di una sostanza che non si potrebbe distinguere dal bianco d'uovo, sì quanto alle proprietà, che alla composizione. Il restante del glutine vi si trova nel medesimo stato, in cui trovasi il principio azotato e solforato, contenuto nel sugo d'uva;

durante la fermentazione della birra, esso si depone con una forma, e con proprietà intieramente simili a quelle della feccia di vino.

Fenomeni dello stesso ordine si compiono in grande nella natura vivente. Verso l'autunno, molte piante legnose contengono, depositate nel corpo ligneo, una sostanza identica alla fecola dei pomi di terra o dei cereali; nella primavera, quando la pianta riprende novella vita, quella sostanza si converte in zuccaro. Così, p. e., il sugo ascendente dell'erica è sì carico di zuccaro, che in certi luoghi viene adoperato per l'estrazione di questo principio.

Si ha tutta la ragione di credere, che questo zuccaro sia il risultamento di una trasformazione simile a quella, che si effettua nelle sementi in germinazione.

Quando i nostri frutti d'inverno maturano, si è in virtù di una vera fermentazione. Le mele e le pere verdi contengono una notevole proporzione di fecola che si trasforma in zuccaro, sotto l'influenza del principio azotato contenuto in questi frutti, e che esso medesimo si decompone. Il signor Redtenbacher ha ultimamente verificato la produzione dell'acido formico, nella fermentazione delle foglie, e dei novelli rami dei pini. Quest'osservazione è altrettanto più interessante, perchè offre verosimilmente la chiave dell'acido formico, nelle formiche, e sovrattutto in quelle che si nutrono di sostanze che non potrebbero convertirsi in acido formico.

La pelle degli animali, la mucosa del ventricolo e delle intestina, la sostanza della vescica, hanno moltissime proprietà simili a quelle del glutine, e del lievito. Allo stato recente tali sostanze non hanno la menoma azione sulla fecola, o sullo zuccaro di latte: ma loro basta un soggiorno di poche ore nell'acqua, od all'aria, per entrare in uno stato di decomposizione, che le rende atte a convertire prontissimamente l'acido in zuccaro, e lo zuccaro di latte in acido lattico.

Da tempo innumerevole questa proprietà, che ha la mucosa del ventricolo dei giovani vitelli, viene adoperata per coagulare il latte destinato alla preparazione dei formaggi; o

(il che vale lo stesso) per promuovere la separazione del caseo dagli altri principii del latte.

Il formaggio deve la sua solubilità del latte alla presenza di un fosfato alcalino, e di un alcali libero. È facile il segnalare l'esistenza di tali sostanze nel latte recente: basta l'immergervi una carta di tornasole, che allora diviene immediatamente azzurra. L'aggiunta di un acido, che si unisce all'alcali, fa sì che il cacio, insolubile al suo stato naturale, si separa. Nella fabbricazione del formaggio non si aggiunge l'acido necessario alla sua coagulazione, ma l'acido si produce da sè a spese dello zuccaro contenuto nel latte. Una piccola quantità d'acqua, nella quale si faccia macerare un pezzo di ventricolo per alcune ore o per una notte, s'impadronisce d'una quantità appena sensibile della membrana mucosa in decomposizione. Però se al latte si aggiunga questa medesima acqua conosciuta sotto il nome di *presame*, il suo stato di decomposizione si comunica (cosa importante!) non al caseo, ma allo zuccaro di latte, gli elementi del quale si trasformano in acido lattico, che rende allora neutrale l'alcali, e determina la separazione del caseo (28).

Col mezzo della carta di tornasole si può tener dietro a questa metamorfosi in tutte le sue fasi; dacchè comincia il coagulamento, il latte perde la sua reazione alcalina; ove non si separi immediatamente dal siero di latte il caseo precipitato, continua la formazione dell'acido lattico; il liquido diviene acre, e finalmente lo stesso formaggio si decompone.

Il formaggio bianco, preparato di recente, e col mezzo della pressione, o di un'aggiunta di sale, sceverato accuratamente dall'acqua e dallo zuccaro di latte, è una mescolanza di butirro e di caseo; esso contiene tutto il fosfato calcare, ed una parte del fosfato di soda contenuti nel latte. Conservato in luogo fresco, dà luogo ad una serie di trasformazioni, per effetto delle quali esso acquista novelle proprietà; diviene poco a poco diafano, si ammollisce più o meno in tutto il suo spessore, ed assume una leggera reazione acida, non meno che l'odore proprio che

lo distingue. Quando è recente, il formaggio è pochissimo solubile nell'acqua; ma dopo due o tre anni se siagli tolta la materia grassa, l'acqua fredda lo scioglie quasi intieramente, somministrando un liquido, che può, come il latte, coagularsi per opera dell'aceto, e degli acidi minerali. Quando il formaggio si fa, il caseo insolubile ritorna ad uno stato di solubilità simile a quello in cui si trovava nel latte. Nei formaggi, quasi privi d'odore, d'Inghilterra, di Olanda, di Svizzera, e nei formaggi francesi della migliore qualità, il caseo non soggiacque ad alcuna alterazione. Il loro odore e gusto provengono dal butirro decomposto. Gli acidi fissi, contenuti nel butirro recente, l'acido margarico, e l'acido oleico, come pure gli acidi volatili, l'acido butirrico, l'acido caproico, e l'acido caprico divengono liberi per effetto della decomposizione della glicerina.

È l'acido butirrico che comunica al formaggio il suo proprio odore; quest'odore è più piccante, o più aromatico secondo le proporzioni degli acidi volatili, che ho testè nominati.

Il passaggio del caseo dallo stato insolubile allo stato di solubilità deriva dalla decomposizione del fosfato di calce, operata dall'acido margarico del butirro; si produce del margarato di calce, mentre l'acido fosforico si unisce al caseo per formare una combinazione solubile nell'acqua.

Dei formaggi di qualità inferiore, specialmente nei magri, l'odore proviene da prodotti fetidi, solforati, dovuti alla scomposizione, alla putrefazione del caseo. Quando l'alterazione, che succede nel butirro (per cui si fa rancido), o nello zuccaro di latte ancora contenuto nel formaggio, si comunica al caseo stesso, ne risulta necessariamente un cangiamento di composizione, che modifica le qualità nutritive del prodotto.

Ove trattasi di ottenerne qualità superiori conviene sovratutto sceverare il formaggio dallo zuccaro di latte (dal siero), e sottoporlo, mentre si fa, ad una bassa temperatura.

La diversità di gusto e di odore dei formaggi dipendono

dal modo di preparazione, dallo stato del presame, dall'addizione del sale e dalle circostanze atmosferiche durante la preparazione. È certo che le piante, le quali servono al nutrimento degli animali, sovrátutto le piante aromatiche, non sono prive d'influenza sulla qualità del formaggio; tuttavia quest' influenza è assai secondaria. Malgrado la grande differenza che il latte vaccino presenta nella sua composizione in primavera, nella state e nell'autunno, la qualità di formaggi preparati nella stessa località non ne prova una sensibile modificazione. Lo stesso prato non potrebbe, in diverse stagioni, somministrare formaggi di qualità identica, o simile, se la natura delle piante vi avesse realmente una parte essenziale; perchè i vegetali che somministrano il latte, sono, secondo la stagione, diversamente sviluppati. Il modo di fabbricazione dei formaggi, seguito a Chedder, differisce intieramente dal procedimento impiegato nel Glocestershire, ed in quest'ultimo luogo, il formaggio si prepara altrimenti che a Stilton.

Oltre alle facoltà ch'essi possedono di convertire lo zuccaro di latte in acido lattico, il presame dei giovani vitelli (29) e la mucosa del ventricolo degli animali in generale presentano anche la proprietà di rendere solubili, ossia di rendere fluide le sostanze animali solide in presenza dell'acido idroclorico debole. I fenomeni onde si accompagna questa reazione, sparsero una luce inattesa sull' atto della digestione negli animali. Tutti gli agenti di fermentazione, ad una certa fase di loro metamorfosi, possono determinare questa reazione; noi ne parlammo di già, occupandoci dell'azione del mosto di birra, e del glutine sulla fecola; ma tale proprietà si manifesta ad un grado assai più elevato nel ventricolo. Quando si lasci macerare un piccolo pezzo di ventricolo di vitello per qualche ora in acqua calda mista a poca quantità di acido idroclorico, sì che si comunichi all'acqua un sapore appena acido, si ottiene un liquido che agisce sulla carne bollita, sul glutine e sul bianco d'uovo indurito dalla cottura, assolutamente come il sugo gastrico in un animale vivente. L'acidità di questo sugo è dovuta alla presenza di una certa quantità di acido idro-

clorico. Ove si abbandoni la carne muscolare od il bianco d'uovo coagulato in questo liquore artificiale, ad una temperatura di 37.°, che è quella del ventricolo, tali sostanze divengono ben tosto mucilaginose e diafane sui margini; bastano alcune ore perchè vi si sciolgano interamente, offrendo un'emulsione leggermente intorbidata dalle particelle grasse. La facoltà sciogliente dell'acido idroclorico è dunque aumentata dalla presenza di una quantità, appena apprezzabile, di membrana in decomposizione, talmente che la dissoluzione si opera in un tempo cinque volte più breve che per l'azione dell'acido idroclorico solo.

Le ricerche della fisiologia moderna dimostrano che ad ogni digestione la membrana interna più superficiale del ventricolo, l'epitelio, si distacca tutta intiera; è fuori di dubbio che la sostanza di questa membrana, incontrando l'ossigeno apportatovi dall'aria imprigionata nella spuma della saliva, prova una decomposizione, per effetto della quale le sostanze contenute nel ventricolo si sciolgono, e si rendono fluide in brevissimo tempo.

Si è lungamente creduto, che la proprietà, di cui gode la mucosa del ventricolo, di accrescere la facoltà sciogliente del liquido idroclorico, fosse dovuta alla presenza di un corpo *sui generis*, di una specie di principio digestivo. La stessa opinione fu professata riguardo alla sostanza che, contenuta nel mosto di birra, provoca la trasformazione dell'amido in zuccaro. A tali corpi si diedero persino nomi particolari; però la *pepsina* e la *diastasi* altra cosa non sono fuorchè quella parte della mucosa o di glutine, che trovasi in uno stato di decomposizione; a guisa del lievito, essi non agiscono che in virtù del loro stato particolare.

Basta adunque un lembo di mucosa, in un certo stato di decomposizione, per disciogliere un gran numero di sostanze animali; collo stesso lembo, entrato in un'altra fase della metamorfosi, si può convertire l'acido in zuccaro, lo zuccaro in acido lattico, in mannite ed in mucilagine, od in acido carbonico ed in alcool. Lo stesso accade quanto all'estratto acquoso dell'orzo, di recente germinato, allorchè esso trasforma nello spazio di qualche minuto l'acido in

zuccaro d'uva; questa proprietà si perde già pochi giorni dopo; ma allora lo stesso estratto è atto a convertire lo zuccaro d'uva in acido lattico, in mannite ed in gomma; finalmente, dopo otto o dieci giorni, quest'ultima proprietà sparisce intieramente a volta sua; l'estratto s'intorbida; e, posto in tale stato in contatto collo zuccaro, esso lo trasforma in alcool ed in acido carbonico.

I fenomeni precedenti, giustamente apprezzati, dimostrano che le decomposizioni, le quali si operano nelle fermentazioni, sono provocate da una sostanza, le cui particelle si trovano esse medesime in uno stato di movimento, di scomposizione; queste particelle comunicano il loro stato agli atomi vicini, perturbano così l'equilibrio delle attrazioni chimiche di questi atomi, e provocano un cangiamento nella disposizione dei loro elementi.

I prodotti delle fermentazioni variano secondo la temperatura e secondo lo stato di decomposizione in cui si trova il fermento. La nuova disposizione degli atomi, donde dipendono la natura e le proprietà dei prodotti, è dunque in relazione diretta colla direzione ed intensità del movimento impresso alle molecole (30).

Tutte le sostanze organiche in decomposizione possono agire come fermenti; quando una molecola urtata è incapace di resistere al moto per le forze che in essa operano, questo moto, questa decomposizione si propagano. La carne, il sangue, la bile, l'urina, la mucosa del ventricolo, tutte queste sostanze in putrefazione, hanno questa proprietà comune colle parti vegetali, o colle sostanze contenute nei sughi vegetali. Tutti i fermenti, vale a dire tutte le molecole complesse che si decompongono pel contatto solo dell'acqua o dell'ossigeno; tutti questi corpi hanno certe proprietà comuni, oltre gli effetti proprii a ciascuno di essi. Le diversità relative ai loro modi d'agire si collegano alla loro composizione: il caseo delle mandorle agisce sulla fecola e sullo zuccaro come il lievito ed il glutine; ma questi due ultimi corpi sono inetti a convertire la salicina in saligenina ed in zuccaro, l'amigdalina in acido prussico ed in essenza di mandorle amare. Così pure, le membrane

animali acquistano, in certe circostanze, le proprietà della caseina animale in fermentazione; ma questo ultimo non esercita alcun'influenza sensibile sul potere sciogliente dell'acido idroclorico, sulla fluidificazione della carne e del bianco d'uovo cotti.

Tutti i fenomeni di fermentazione, riguardati nel loro insieme, confermano questo principio emesso, è già molto tempo, da Laplace e Berthollet, che una *molecola posta in moto da una forza qualunque può comunicare il suo proprio moto ad un'altra molecola in contatto colla prima.* Questa legge di dinamica si applica in modo generale a tutti i casi in cui la resistenza (forza vitale, affinità, forza elettrica, coesione), opposta al movimento, non è sufficiente a fermarlo. Applicata alla fermentazione, questa medesima legge spiega i cangiamenti di forma e di natura d'un gran numero di combinazioni chimiche, e può riguardarsi come uno dei più importanti e più saldi acquisti della scienza.

Digitized by Google

LETTERA DECIMAQUINTA

L' infracidamento è una combustione lenta. — L' imbianchimento della tela all'aria aperta è un'applicazione industriale di questo fenomeno. — Fabbricazione della birra e del vino. — Formazione dell'aceto.

Come dicemmo nella lettera precedente, l'azione chimica dell'ossigeno è la cagione primaria ed essenziale di tutte le metamorfosi cui soggiacquero le molecole organiche. La fermentazione e la putrefazione si stabiliscono soltanto in seguito di un cominciamento di combustione; cessano collo stabilirsi di una nuova condizione di equilibrio. Quando l'ossigeno si combina con un elemento della sostanza organica, vi rompe l'equilibrio delle attrazioni molecolari; la sostanza si divide allora in una serie di nuovi prodotti che persistono, eccetto che nuove cagioni perturbatrici non ne alterino le proprietà.

Tuttavia, quand'anche le azioni chimiche, cui gli elementi delle molecole organiche possono effettuare fra di loro, si compensino reciprocamente in modo atto a determinare un perfetto equilibrio nelle attrazioni dei prodotti novelli; quest'equilibrio non esiste rispetto alla loro attrazione per l'ossigeno. L'azione chimica dell'ossigeno non cessa, se non quando le sostanze hanno perduto la facoltà di combinarsi con esso: questa azione non cessa che nel

caso in cui l'ossigeno avesse originato prodotti incapaci di ossigenarsi maggiormente. Allora soltanto le attrazioni degli elementi esterni fanno equilibrio alla loro attrazione per l'ossigeno.

La fermentazione e la putrefazione rappresentano la prima fase del ritorno delle molecole organiche ad uno stato di combinazione più semplice; il circolo delle metamorfosi rendesi compiuto per la combustione lenta, pel passaggio dei prodotti allo stato di combinazioni gazose. Così dunque gli elementi delle sostanze organiche, il carbonio e l'idrogeno, che, prima di prender parte agli atti vitali, costituivano combinazioni ossigenate, ritornano al loro stato primitivo; riprendono, cioè, la loro forma di combinazioni ossigenate. La decomposizione delle sostanze organiche alla temperatura ordinaria consiste in una combustione lenta, nella quale i prodotti della fermentazione e della putrefazione delle parti vegetali ed animali a poco a poco si combinano coll'ossigeno dell'aria.

Dopo l'estinzione della vita, nessuna parte vegetale od animale è capace di resistere all'azione chimica esercitata dall'aria e dall'umido; perchè colla morte cessa ogni forza di resistenza propria alle parti organizzate, ed i loro elementi ricadono allora sotto l'impero delle forze chimiche.

Di mano in mano che le foreste vergini dell'America si vanno diradando, e che gli accessi dell'aria al suolo, carico di avanzi vegetali, trovasi così agevolato, la natura del terreno si modifica a poco a poco, talmente che, pochi anni dopo, non rimane più alcun indizio di quegli avanzi. Al tempo di Tacito, la superficie della Germania intiera era coperta di una foresta impenetrabile, il suolo era allora senza dubbio della stessa natura che la terra vegetale delle foreste vergini dell'America; ma ora tutti quei prodotti della vita vegetale scomparvero intieramente per noi. I cadaveri di tutti quei mille migliaia di testacei e di altri animali, i di cui avanzi formano montagne intiere, si sono putrefatti dopo la morte; e, sotto l'azione incessante dell'atmosfera, si convertirono in combinazioni gazose; non ne restano che conchiglie ed ossa, in una

parola, le parti minerali non atte a decomporsi; ed attestano così l'eterno movimento della vita che si estingue e rinasce incessantemente. Solo nei luoghi in cui l'accesso dell'ossigeno atmosferico è limitato od affatto nullo, nelle torbaie, per esempio, e nei giacimenti delle ligniti, si incontrano gli avanzi, ancora riconoscibili, di una vegetazione primitiva, in uno stato di decomposizione assai meno inoltrata.

L'acqua ed una temperatura convenevoli sono, non altrimenti che nella fermentazione e nella putrefazione, le condizioni essenziali affinchè la combinazione lenta possa stabilirsi e compiersi nelle sostanze organiche. La dessiccazione ed il congelamento fanno cessare tutti i fenomeni di combustione lenta e di fermentazione. La propagazione della metamorfosi da una molecola all'altra suppone uno spostamento, una certa mobilità delle molecole; ed è l'acqua che la favorisce. Nella combustione lenta la temperatura s'inalza, e questa circostanza aumenta ancora maggiormente la tendenza degli elementi a combinarsi coll'ossigeno atmosferico. Molte sostanze organiche, allo stato umido, sono atte ad assorbire ossigeno; altre, al contrario, ed in maggior numero, non sono capaci di ossidarsi sole.

Qualora si ponga della segatura o qualche pezzo di legno umido in un vaso pieno d'acqua, queste sostanze ne vanno a poco a poco alterando le proprietà. Un zolfanello che si sarebbe abbruciato in quell'atmosfera prima dell'introduzione del legno, vi si estingue subitamente, come se lo s'immergesse nell'acqua. Un attento esame dimostra che tutto l'ossigeno dell'aria scompare poco a poco, e vi si sostituisce un egual volume di acido carbonico.

Se si tolga quest'aria pregna di gaz acido carbonico, e si riempia il vaso d'acqua pura, si stabilisce la stessa reazione, e l'ossigeno di quest'aria si trasforma ancora in acido carbonico. Il cambiamento di composizione provato dall'aria in queste circostanze è assolutamente lo stesso, come se vi si facesse bruciare il legno.

L'imbianchimento della tela sui prati o dei colori per l'esposizione all'aria è un'applicazione industriale di questo fenomeno, eseguita in grande. La tela di lino o di cotone è costituita dal principio legnoso ordinario, più o meno colorato da sostanze organiche estranee contenute nella pianta, o sovraggiuntesi durante la fabbricazione: inumidita d'acqua ed esposta al sole, la tela soggiace, in tutta la sua superficie, ad una combustione lenta; e tutta l'aria che vi arriva si converte incessantemente in acido carbonico.

Il peso della tela allora diminuisce poco a poco, le sostanze coloranti scompaiono contemporaneamente ad una quantità notevole di sostanza legnosa, i cui elementi passano allo stato di combinazioni ossigenate. Se l'influenza dell'aria contenuta persiste più lungamente, la tela perde la sua coerenza, si converte in una sostanza simile alla pasta della carta; e quest'ultima continua a marcire, finchè essa è sottoposta alle condizioni favorevoli all'assorbimento dell'ossigeno. Le parti vegetali azotate si comportano nello stesso modo che il legno e le altre parti prive di azoto. La carne fresca, la feccia ed il lievito di birra, i quali due sono i primi prodotti delle fermentazioni delle parti vegetali azotate, si impadroniscono dell'ossigeno dell'aria, ed emettono in cambio, come il legno, un uguale volume di acido carbonico.

Quando vennero dissotterrati i cadaveri sepolti nel Mercato degli Innocenti per essere trasportati fuori di Parigi, trovaronsi in gran parte, fino alla profondezza di 60 piedi, come trasformati in adipe. La pelle, i muscoli, i tendini, il tessuto cellulare, erano intieramente scomparsi fino alle ossa; non vi era rimasto che l'adipe, il quale, fra tutte le sostanze animali, resiste maggiormente alla decomposizione. Quest'adipe si trovava allo stato di acido margarico; così se ne impiegarono centinaia di quintali per fabbricare sapone e candele. Quando si sospende un poco di carne nell'acqua corrente, o che la si nasconde sotto terra umida, passato un certo tempo non ne resta più che l'adipe.

Digitized by Google

Tutte le sostanze che marciscono, si comportano allo stato umido, coll'aria ambiente, come se si calcinassero allo stato secco; esse assorbono ossigeno, e bruciano.

L'alcool, quest'altro prodotto della fermentazione dei sughi vegetali zuccherati, non è, come questi ultimi, capace di marcire. Quando si espone all'aria l'alcool puro o dilungato con acqua, si evapora poco a poco, senza combinarsi coll'ossigeno, e tuttavia è noto che facilmente s'infiamma ad un'alta temperatura, e brucia somministrando acqua ed acido carbonico. Gli elementi dell'alcool hanno una grande affinità per l'ossigeno, ed il calore non è che una condizione necessaria per la manifestazione di quest'affinità.

Il gaz idrogeno e molti altri corpi combustibili si comportano come l'alcool; la loro affinità per l'ossigeno non si manifesta fuorchè ad un certo grado di calore.

È pure in virtù del loro stato particolare che le sostanze organiche in putrefazione od in combustione lenta determinano una chimica decomposizione nelle altre molecole vicine, inette, per se stesse, a provare alcuna metamorfosi. Al contatto delle sostanze che marciscono, moltissimi corpi manifestano, all'ordinaria temperatura, affinità per l'ossigeno; con esso producono combinazioni che senza il loro concorso non potrebbero effettuarsi fuorchè ad un forte calore. Lo stato di combustione lenta, in cui si trovano i corpi che si putrefanno, si comunica a tutte le sostanze che trovansi in contatto con essi: l'affinità di queste ultime per l'ossigeno è dunque accresciuta dal a presenza dei corpi in putrefazione, i quali operano allora come il calore, determinando la combinazione dei corpi coll'ossigeno. Non si potrebbe altrimenti spiegare questo fatto.

Il contatto con una sostanza in putrefazione è dunque la condizione essenziale per cui la putrefazione, ossia lenta combustione, si stabilisca nei corpi privati della facoltà di combinarsi coll'ossigeno alla temperatura ordinaria. Tale combinazione inalza la temperatura delle sostanze al dissopra di quella del mezzo ambiente; tuttavia, comechè sia grande la parte del calore nell'accelerare la trasformazione, non è men vero che essa non è, come nelle altre

chimiche reazioni accade, la causa per cui si manifesta l'affinità per l'ossigeno.

Quando in un recipiente ripieno d'aria mescolata con una certa quantità d'idrogeno sospendasi un sacco contenente segatura di legno vegetale ecc., tutti questi corpi allo stato d'umidità continuano a corrompersi come all' aria libera, trasformando l'ossigeno in acido carbonico; e quello che è più da osservarsi è che l'idrogeno contenuto nell' aria brucia anche in tali circostanze. Al contatto delle sostanze in via di corruzione, l'idrogeno acquista dunque la proprietà di combinarsi coll'ossigeno alla temperatura ordinaria, ed anzi, ove quest'ultimo gaz si trovi in quantità sufficiente, tutto l'idrogeno si converte in acqua.

Altri gaz combustibili, semplici o composti, si comportano come l' idrogeno. Così, per esempio, il vapore dell' alcool, quando si trova in uno spazio chiuso il quale contenga legno od altre sostanze in corruzione, s'impadronisce dell'ossigeno e si converte prima in aldeide, poi in acido acetico; quest'ultimo si condensa, ed in questo modo si sottrae all'azione ulteriore dell'ossigeno.

In questa proprietà si fonda pure la fabbricazione rapida dell' aceto. Altra volta la trasformazione dei liquidi fermentati in aceto durava settimane e mesi intieri a cagione dell'imperfetto accesso dell' aria, ma oggidì si è riuscito a convertire l'alcool in aceto nello spazio di ventiquattr'ore.

Questo procedimento consiste principalmente nel fare lentamente fluire dell' alcool dilungato con acqua sovra pezzi di legni disposti in tini nel tempo stesso che vi circola una piccola quantità d'aria. Così la superficie dell'alcool offerta all' ossigeno è mille volte maggiore che nell'antico metodo; il che naturalmente abbrevia il tempo necessario all' intiera combustione dell'alcool. Per porre in moto i così detti generatori dell'aceto si aggiungono all'alcool piccole quantità di sostanze, di cui certe parti sono capaci di provare la combustione lenta, come sarebbero mosto della birra, miele, aceto non perfetto; bentosto la

superficie dei pezzi di legno si altera, assorbendo l'ossigeno, e determina così la trasformazione dell'alcool in aceto senza il concorso di altre sostanze in putrefazione.

Ora che noi conosciamo il modo d'essere delle sostanze organiche che si alterano, ci sarà agevole dedurne alcune applicazioni relative alla fabbricazione della birra e del vino.

La proprietà che hanno il vino e la birra d' inacidirsi al contatto dell' aria, si fonda sulla presenza in questi liquidi di sostanze estranee, la cui facoltà di assorbire l'ossigeno si comunica alle molecole di alcool che si trovano in contatto con tali sostanze. Rimosse queste ultime, il vino e la birra non s'inacidiscono più.

Nel sugo delle uve povere di zuccaro, dopo la compiuta decomposizione dello zuccaro in alcool ed acido carbonico per mezzo della fermentazione, rimane sempre una notabile quantità di sostanze azotate fornite della medesima proprietà che avevano prima della fermentazione. Il contrario succede nel sugo delle uve del Mezzodì, le quali contengono sempre una grande quantità di zuccaro non decomposto, dopo che tutta la sostanza azotata si è deposta sotto forma di feccia. I vini del Mezzodì poco si alterano all'aria, eccettuati i vini rossi, perchè questi ultimi contengono una sostanza colorante alterabilissima, la quale al contatto dell'aria agisce come le sostanze azotate.

Le parti azotate rimaste nel vino dopo la fermentazione sono quelle che eccitarono la fermentazione dello zuccaro; quando sia scomparso quest' ultimo, esse esercitano sull'alcool un' azione uguale a quella cui soggiacerebbe per l'azione del legno, che si altera. Queste parti azotate determinano adunque anche l' inacidirsi dei liquori fermentati.

L' affinità di queste sostanze azotate per l' ossigeno è grandissima: nel breve spazio di tempo richiesto dal travasamento del vino da un fusto in un altro, s'impadroniscono dell' aria ed imprimono al vino un movimento d' acidificazione che continuerebbe senza interruzione, se non si sospendesse con qualche mezzo artificiale. È noto che

questo appunto si opera nell' insolforamento del vino. Si brucia una verga di zolfo nel locale destinato a ricevere il vino; l'aria contenuta nel locale è così privata del suo ossigeno; si produce un volume di gaz solforoso uguale a quello dell' ossigeno assorbito; e questo gaz solforoso è vivamente assorbito dalla superficie umida dell'interno del tino. Ora l'acido solforoso ha per l'ossigeno un'affinità assai maggiore delle sostanze azotate contenute nel vino, e per le quali esso deve inacidire: spandendosi poco a poco nel vino, esso prende tutto l'ossigeno che l'aria vi fa arrivare, e rimette così il vino allo stato in cui si trovava prima di essere solforato: quindi è che allora trovasi nel vino l'acido solforoso allo stato di acido solforico.

Quando i vini riposano nelle cantine, a traverso delle pareti legnose delle botti si stabilisce una corrente d'aria, debole sì, ma continua. Il vino è dunque costantemente in contatto con una piccola quantità di ossigeno, la quale fa sì che le sostanze azotate che esso contiene ancora, vi si depone poco a poco allo stato di feccia.

La separazione della feccia e del lievito, durante la fermentazione del sugo d'uva, o del mosto di birra, si effettua per un assorbimento di ossigeno; ossia, il che vale lo stesso, per un' ossidazione operata in seno al liquido in fermentazione. La parte azotata dell'orzo non è solubile nell'orzo, ma lo diviene per la germinazione; acquista allora un carattere uguale a quello, cui la sostanza azotata del sugo d'uva possiede fin dal principio.

Queste due sostanze azotate perdono la loro solubilità nel vino e nella birra. Secondo le migliori analisi, che furono fatte a tale riguardo, la feccia ed il lievito di birra sono assai più ossigenati delle sostanze azotate d' onde traggono la loro origine.

Finchè esistono particelle zuccherine in fermentazione, in presenza di queste sostanze azotate, il liquido stesso, decomponendo l'acqua, od una piccola quantità di zuccaro, somministra a queste ultime l'ossigeno necessario alla trasformazione in feccia, o lievito insolubile.

Quest' ossidazione, in seno al liquido, cessa colla scom-

parsa dello zuccaro: ma essa si ristabilice se vi si aggiunge una nuova porzione di zuccaro, talmente che si rende nuovamente atto alla fermentazione; così anche, tale ossidazione succede quando la superficie del liquido è lasciata in contatto coll'aria. In quest'ultimo caso, la separazione della feccia è dunque il risultamento di una vera alterazione.

Abbiamo veduto che il contatto delle sostanze azotate coll'alcool determina il passaggio di quest'ultimo allo stato di acido acetico, se l'aria ha un sufficiente accesso. Una differenza di affinità per l'ossigeno è manifestamente cagione che, durante la dimora del vino nelle botti, in cui l'accesso dell'aria è limitatissimo, l'ossigeno non si porta che sulla sostanza azotata, senza toccare l'alcool; all'aria libera invece, il vino si cangia in aceto.

Se si trovasse il mezzo d'impedire l'acidificazione dell'alcool contenuto nel vino, lasciando tuttavia libero adito all'aria ed all'ossigeno, si potrebbero così in brevissimo tempo rendere il vino e la birra capaci di conservarsi indefinitamente, e si potrebbe dar loro in qualche modo una perfetta maturita. In tal caso infatti, tutti i principii azotati che sono la cagione dell'inacidirsi del vino e della birra, si combinerebbero coll'ossigeno, e si separerebbero da questi liquidi allo stato insolubile. Ora, tolte una volta simili sostanze, l'alcool perderebbe affatto la proprietà di assorbire l'ossigeno.

L'esperienza trovò il mezzo di effettuare tali condizioni; consiste nel lasciar fermentare i liquidi ad una bassa temperatura. Su questa scoperta l'industria, sovrattutto in Baviera, fondò un nuovo procedimento di fermentazione semplicissimo e sicurissimo, che di più non si avrebbe diritto di attendere dalla teoria più perfetta.

La trasformazione dell'alcool in aceto, pel contatto d'un corpo in alterazione, si effettua più rapidamente alla temperatura di 35°; al disotto di tal punto, l'affinità dell'alcool per l'ossigeno è minore. Ad otto o dieci gradi centigradi, l'ossidazione dell'alcool non succede in tali circo-

stanze; ma l'affinità delle sostanze azotate per l'ossigeno non ne rimane sensibilmente indebolita.

Dal sovra esposto si conosce chiaramente che, ove si lasci fermentare il mosto di birra, come si pratica in Baviera, in ampii tini scoperti, talmente che l'accesso dell'aria sia illimitato; se, di più, la fermentazione si operi in un locale la cui temperatura non superi 8 o 10 gradi, la separazione del fermento azotato potrà effettuarsi alla superficie ed in seno del liquido. Quando la precipitazione sia compiuta, la birra si chiarisce. D'altronde spetta all'abilità ed all'esperienza del birraio il giovarsi delle circostanze più favorevoli a questa separazione; così essa non riesce perfettamente che in alcuni casi; il che non impedisce però che la birra fabbricata conforme a questo procedimento, sia di migliore qualità, e si conservi assai meglio della birra ordinaria.

Una ragionata applicazione di un tale procedimento alla fabbricazione del vino sarebbe sicuramente vantaggiosissima; però converrebbe anzitutto giustamente apprezzare i principii sui quali esso si appoggia. I vini preparati secondo questo metodo starebbero, rimpetto agli altri vini, come la buona birra di Baviera sta alle birre ordinarie, quantunque l'una e le altre richiedano la medesima quantità d'orzo e di luppolo.

Dopo un tempo brevissimo il vino sarebbe fatto, e di così buona qualità come dopo più anni di riposo. Ove si pensi che le vendemmie si fanno in ottobre, in una stagione la cui fresca temperatura è così favorevole alla fabbricazione della birra; che questo procedimento, per la fermentazione del mosto, non richiede che una freschissima cantina ed ampii tini scoperti; che il vino, a circostanze d'altronde uguali, meno della birra rischia d'inacidirsi, i vantaggi del nuovo procedimento sembrano incontestabili.

Sul Reno ed in altre località si procede appunto al rovescio di questi principii. Colà si fa fermentare il vino non punto in fresche cantine, ma in vasi vinarii aperti;

troppo alti, perciò troppo caldi, e si intercetta l'accesso dell'aria. Quei tubi non possono a meno di nuocere alla qualità del vino, ponendo ostacolo all'introduzione dell'aria; per altre ragioni, essi sono d'altronde intieramente inutili, e non devono che ad una grossolana abitudine lo essere così conservati (1).

(1) Ecco quanto mi scrisse, in aprile 1843, il signor Babo, uno dei più intelligenti agronomi e vinicoli del Granducato di Baden:

« Posso annunziarvi, che nello scorso autunno, avendo io applicato il procedimento bavarese alla preparazione del mio vino rosso, ne ebbi risultamenti utilissimi; quantunque la cosa sia evidente, i nostri vinicoli non capiscono che un procedimento, la cui efficacia è così ben dimostrata per la birra, possa egualmente convenire alla fabbricazione del vino. »

Un'esperienza fatta dal sig. Babo, in autunno del 1841, con vino rosso, aveva avuto gli stessi effetti, sovratutto quanto al colore; eppure, appunto nella fermentazione del vino rosso, si poteva sospettare che quel metodo non riuscisse. Dopo risultati così felici, non dubito punto che possa farsene un'applicazione più generale.

Digitized by Google

LETTERA DECIMASESTA

Influenza dell'ebollizione sulla facoltà che possedono le sostanze organiche di fermentare o di marcire. — Metodo del sig. Gay-Lussac per la conservazione delle sostanze organiche. — Ipotesi sulla fermentazione e sulla putrefazione. — Funghi del lievito, causa della fermentazione. — Animali microscòpici, causa della putrefazione. — Svolgimento d'ossigeno per mezzo dell'acqua, che contiene sostanze organiche. — Esperienze di Rumford, di Pfankuch, di Woelher, dei signori Carlo ed Augusto Morren.

La proprietà, di cui sono dotate le sostanze organiche, di entrare in fermentazione o di marcire al contatto dell'aria, e di provocare in seguito lo stesso stato nelle altre sostanze, tale proprietà scompare intieramente alla temperatura della ebollizione. Questo fatto, che è generale, prova incontrastabilmente che la grande alterabilità di questi corpi si collega colla disposizione delle loro molecole. Basta ricordarsi il coagulamento del bianco d'uovo operato dal calore, per capire come il calore agisca in questo caso. La maggior parte degli agenti della fermentazione hanno una composizione simile a quella del bianco d'uovo, e, per l'azione del calore, acquistano una forma novella (31).

Quando si lasciano per alcuni istanti nell'acqua bollente mandorle dolci mondate, la loro azione sull'amigdalina trovasi intieramente annientata: questa sostanza si discioglie

senza alterazione nel latte di mandorle scaldato fino all'ebollizione. L'estratto d'orzo perde anche per effetto dell'ebollizione la proprietà di convertire l'amido in zuccaro.

Il latte recente degli animali si rapprende, dopo due o tre giorni, in una massa gelatinosa, che tutti conoscono. Ma, facendolo bollire tutti i giorni, lo si può conservare indefinitamente. La decomposizione, provata dal caseo disciolto, in contatto dell'aria, è dunque interamente sospesa dall'ebollizione, ed allora si richiede l'azione prolungata dell'ossigeno, affinchè essa si manifesti nuovamente. È lo stesso del sugo di uva, così alterabile, non meno che di tutti i liquidi capaci di fermentare. Quando si tratta di eccitare prontamente la fermentazione nel mosto di birra cotta, conviene aggiungere del lievito; una sostanza, cioè, che trovasi già essa medesima in uno stato di decomposizione.

Se, col mezzo del calore, si sospende la decomposizione particolare, che provano tutte le sostanze in fermentazione od in putrefazione pel loro contatto all'aria, quand'anche non vi fossero state esposte che per un istante; se poi si pongono al riparo dell'ossigeno, che è la causa della loro prima alterazione e della loro novella metamorfosi, egli è chiaro che queste sostanze dovranno indefinitamente conservare le proprietà che esse avevano dopo di essere state inalzate alla temperatura dell'ebollizione. Per se sola la materia non è atta ad entrare in movimento; le molecole conservano le loro proprietà, e non cangiano luogo, tranne che vengano sottoposte all'azione di una causa esterna.

Quando si empie una bottiglia di mosto d'uva, e, se per alcune ore, od almeno finchè il mosto abbia preso la temperatura dell'aria, si mantenga nell'acqua bollente, dopo di averla turata ermeticamente, la piccola quantità d'ossigeno, contenuta nell'aria rimasta nella bottiglia, si fissa sulle parti costituenti del sugo d'uva. In questa maniera si rimuove la causa dell'alterazione del sugo; epperciò, cominciando da questo momento, il sugo non fermenta più, conserva il suo sapore zuccherino, e tale stato si mantiene finchè si apre la bottiglia, ossia finchè il liquido ritorna al

contatto coll'aria. In questo ultimo caso, il mosto soggiace alla stessa alterazione del mosto recente; la fermentazione vi si stabilisce nello spazio di alcune ore; e tale alterazione può ancora sospendersi con una nuova ebollizione.

Le osservazioni precedenti, che in generale si applicano a tutte le sostanze organiche, condussero ad una folla di applicazioni importanti. Altra volta, nei lunghi tragitti, il nutrimento de' marinai, limitato alle carni affumicate e salate, recava finalmente danno alla salute dell'equipaggio e dei passeggieri; e gli uomini, a migliaia, soccombevano per questo regime, perchè privati di alimenti freschi, così necessarii agli ammalati. Oggidì i pericoli e gli inconvenienti, cui altra volta presentavano i viaggi su mare, divengono, per questo riguardo, sempre più rari. È questo, senza dubbio, uno fra i più segnalati servigi resi dalla scienza all'umanità; noi lo dobbiamo a Gay-Lussac.

A Leith presso Edimburgo, ad Aberdeen, a Bordeaux, a Marsiglia, in Alemagna, si formarono grandi stabilimenti, nei quali con gran cura si preparano zuppe, legumi, carni d'ogni specie, che si spediscono nei più lontani paesi. Gli alimenti a ciò preparati si rinchiudono in vasi di latta, il cui coperchio viene saldato ermeticamente; si espongono poscia i recipienti in un apparecchio particolare alla temperatura dell'acqua bollente. Quando il calore penetrò tutte le sostanze contenute nei vasi (il che richiede tre o quattro ore) quegli alimenti acquistano una durata, per così dire, eterna. Quando si aprono quei recipienti, dopo alcuni anni, gli alimenti hanno lo stesso aspetto che essi avevano nel momento che vi furono introdotti; il colore, l'odore, il gusto delle carni e dei legumi trovansi conservati senza alterazione (32).

Questo prezioso mezzo di conservare gli alimenti si è introdotto in molte case di Alemagna; p. e., a Francoforte, a Darmstadt; e le nostre padrone di casa a lui devono di potere, nel cuore dell'inverno, ornare le loro tavole di legumi e di cibi squisiti, che prima non si potevano ottenere che in altre stagioni.

Un'altra applicazione importantissima di questo proce-

dimento consiste nell'approvvigionamento delle piazze forti. La perdita cagionata dalla vendita delle vecchie provvigioni di bocca, e la compra di viveri recenti, di carni, di prosciutto, tale perdita è assai superiore al prezzo dei vasi, di cui parliamo, e d'altronde essi possono adoperarsi nuovamente, se si ha cura di nettarli convenientemente.

Io porrò termine a queste lunghe considerazioni sui fenomeni, così notevoli, che le piante e gli animali presentano dopo la morte, senza accennare all'opinione professata da alcuni naturalisti, e sovratutto da parecchi medici, sulle cagioni di questi fenomeni.

Molti scienziati riguardano la fermentazione o la risoluzione delle molecole organiche complesse in combinazioni più semplici, come l'effetto delle manifestazioni vitali di vegetali particolari; e riguardano la putrefazione, che è lo stesso fenomeno per le sostanze animali, come il risultamento dello sviluppo della presenza di certi animaletti. Secondo la loro opinione, la decomposizione della molecola dello zuccaro in acido carbonico ed in alcool, si effettuerebbe in seguito allo sviluppo di una pianta di un ordine inferiore, di un vero fungo, il quale costituirebbe il lievito; per altra parte, essi attribuiscono la putrefazione delle sostanze animali all'atto vitale degli animalcoli microscopici, che vi si osservano nella maggior parte dei casi.

Ammettiamo per poco, che tali fenomeni di decomposizione siano determinati dal lievito o dagli animalcoli, talmente che lo zuccaro serva di alimento ai funghi del lievito, e che le sostanze animali in putrefazione si convertano in nutrimento per quegli animaletti; i novelli corpi, nati dalla fermentazione e dalla putrefazione, sarebbero dunque i prodotti dell'atto vitale delle piante o degli animalcoli, prodotti che si possono paragonare agli escrementi liquidi, solidi o gazosi dei vegetali e degli animali superiori. Noi potremmo anche ammettere che la forza, la quale mantiene assieme le molecole organiche complesse, si renda neutrale pel contatto di questi fermenti vivi, la cui azione vitale perturberebbe adunque l'equilibrio delle molecole per imprimere loro una direzione novella.

Ecco due ipotesi che noi forse avremmo potuto discutere prima di stabilire la teoria da noi adottata pei fenomeni della fermentazione. Ma conviene pensare che, per poterli spiegare, non basta lo avere osservato la presenza dei funghi o degli animaletti nelle sostanze in fermentazione od in putrefazione; anzitutto, conviene esaminare in qual modo producano quest'effetto. Ma finora nulla si fece a questo fine; e, con queste ipotesi, i fenomeni, di cui parliamo, sono altrettanto inesplicabili ed anche più oscuri che prima non erano.

Si dovrebbe rigettare l'opinione, che noi combattiamo, non fosse per altro, solo a cagione del metodo, che vi ha dato origine. Ricordiamoci infatti, che per l'addietro si era perfino attribuito all' economia animale il potere d' ingenerare la calce delle ossa, e del guscio delle uova degli uccelli, l'acido fosforico del cervello, il ferro contenuto nel sangue, per mezzo di sostanze che non si sapeva neppure con qual nome appellare. Oggidì, la presenza di tali sostanze nell'organismo cessò di essere misteriosa, dappoichè esse vennero sempre trovate negli stessi elementi. Attribuire alla potenza creatrice della natura la produzione degli alcali che si verifica nelle ceneri vegetali, la formazione di pesci in luoghi in cui non ve n'era sulle prime o delle piante in un terreno in cui giammai si era supposta alcuna semente, queste sono opinioni proprie all'infanzia della scienza, ed indegne dell'età nostra che deve arrecare la luce, e non immergerci in tenebre ancora più dense.

Se i funghi avessero in generale la proprietà di determinare la fermentazione, di risolvere lo zuccaro in acido carbonico ed in alcool, si comprenderebbe, strettamente parlando, della possibilità di quest'opinione; ma non v'ha un sol fungo che presenti questa proprietà allo stato corrente.

Il lievito contiene carbonio ed azoto, nelle medesime proporzioni come i principii del sangue: nessun fungo possiede una simile composizione. Il sugo d'uva ed il mosto

di birra non contengono il lievito bello e fatto; ma esso non si produce che durante la fermentazione.

Se la fermentazione è la conseguenza dello sviluppo e della moltiplicazione di funghi, perchè dunque lo zuccaro puro entra in fermentazione col lievito bello e formato, e composto di funghi, il cui sviluppo ed accrescimento giunsero col loro termine? Perchè mai si stabilisce allora la fermentazione non per l'effetto dell'aumento o del crescere di questi funghi, ma per quello della loro scomparsa? La fermentazione del mosto di vino e quella del mosto di birra non sono fenomeni isolati, non sono che casi particolari, in mezzo a fatti innumerevoli, appartenenti alla stessa categoria.

Non si può adunque spiegare la cagione di questi fenomeni, fondandosi sovra osservazioni imperfette e sovra ipotesi intieramente arbitrarie.

Come il lievito, il caseo degli animali provoca la decomposizione dello zuccaro in alcool ed in acido carbonico; anche il latte di mandorle possiede la medesima proprietà, e tuttavia questi due fermenti non presentano mai, come la feccia od il lievito di birra, una forma simile a quella degli sporuli di molti funghi. Adottando l'opinione che io combatto, si pone intieramente in dimenticanza che i prodotti, ai quali danno origine le sostanze in fermentazione od in putrefazione, variano secondo la temperatura ed altre circostanze; si pone in dimenticanza che la decomposizione dello zuccaro in alcool ed in acido carbonico, od in acido lattico, od in mannite ed acido butirrico, od in olio di pomi di terra, proviene necessariamente da una sola e medesima cagione; e che i fermenti, i quali determinano queste varie metamorfosi, non possedono sempre quei caratteri fisici per cui somigliano ai vegetali inferiori. Se la fermentazione fosse l'effetto di un'azione vitale, converrebbe evidentemente che i fermenti avessero sempre la forma d'un essere organico.

Quanto all'opinione che vuole spiegare col mezzo d'animaletti microscopici la putrefazione delle sostanze animali,

la si può paragonare a quella di un fanciullo, che credesse di spiegare il rapido corso del Reno attribuendo al movimento che i numerosi mulini che esistono nelle vicinanze di Magonza imprimono all'acque nella direzione di Bingen.

Forsechè si possono le piante e gli animali riguardare come la causa della distruzione di altri esseri organizzati, quando queste piante ed animali sono condannati a soccombere alle medesime azioni decomponenti?

Se il fungo è la causa della distruzione della quercia, se l'infusorio è la causa della putrefazione dell'elefante morto, quale è dunque la cagione che determina la putrefazione del fungo e dell'animale infusorio, quando la vita ha abbandonato anch'essi? perchè anch'essi fermentano, marciscono, si distruggono come l'albero, come l'elefante, e, come questi, offrono finalmente gli stessi prodotti.

È impossibile di adottare quest'opinione, quando si rifletta che la presenza degli animaletti microscopici nelle sostanze putride è intieramente fortuita, che non di rado se ne può impedire la comparsa, ponendole al riparo dalla luce senza che cessino di fermentare e di putrefarsi. L'urina, il formaggio, la bile, il sangue, putrefacendosi, mancano spesso dei suddetti animaletti, e questi non compaiono che ad un dato stadio, quando la fermentazione e la putrefazione vi si è stabilita da lungo tempo.

Spiegare la putrefazione per mezzo della presenza degli infusorii è lo stesso come se si volesse attribuire la decomposizione degli escrementi animali agl'insetti che vanno a cercarvi il loro nutrimento, o quella del formaggio ai vermi che vi si trovano.

L'esistenza degl'infusorii, il cui numero è sovente così considerevole nelle sostanze in putrefazione, nulla ha che debba sorprenderci; questi animalcoli vi trovano evidentemente le condizioni richieste al loro svolgimento ed alla loro nutrizione. La loro comparsa non è più straordinaria di quanto lo siano le migrazioni di certi pesci dal mare nei fiumi, o la produzione delle piante saline nelle vicinanze delle paludi salate. La sola differenza è che in questi ultimi

casi noi vediamo il cammino percorso, mentre i germi dei funghi e le uova degl'infusorii sono troppo piccoli, rispetto all' immenso oceano aereo che li trasportò, e sfuggono per ciò all' investigazione de' nostri sensi. Di tali esseri noi ne dobbiamo scoprire in tutti i luoghi dove lo svolgimento de' loro germi non incontra alcun ostacolo.

Certamente la loro presenza accelera di molto la corruzione delle sostanze organiche, perchè essi, per nutrirsi e svilupparsi, consumano le parti animali che si decompongono; epperciò queste si distruggono più prontamente. Ogni individuo di questi animalcoli in brevissimo tempo riproduce migliaia d'individui simili a sè. Il crescere di questi esseri è ristretto in certi confini. Si tosto che raggiunsero una data dimensione, non si sviluppano maggiormente, ma non cessano però di nutrirsi. Che divengono allora gli alimenti che essi assorbono dal momento in cui cessano di crescere? Non dovranno i medesimi subire nel loro organismo un'alterazione simile a quella cui soggiace un pezzo di carne o di osso nel corpo di un cane adulto, quando gli alimenti non servono più ad accrescere il peso dell'animale? Noi sappiamo positivamente, che in quest'ultimo caso il nutrimento del cane serve a mantenere le sue funzioni vitali per essere poscia eliminato nella forma di acido carbonico e d'urea: l' urea stessa decomponesi prontissimamente, fuori dell'organismo, in acido carbonico ed ammoniaca. Gli alimenti provano la stessa metamorfosi come se si bruciassero allo stato secco entro un forno; essi, adunque *marciscono* nel corpo dell'animale.

Lo stesso accade nelle sostanze animali in decomposizione. Servono esse di nutrimento agl'infusorii; marciscono nell' organismo di quegli animaletti; quando gli alimenti sono consumati, gl'infusorii stessi muoiono, i loro cadaveri imputridiscono, provano una combustione lenta, e servono verisimilmente anche allo svolgimento di nuove generazioni di esseri microscopici. Checchè ne sia, il fenomeno, per se stesso, è sempre una combustione per cui gli elementi del corpo primitivo, prima di bruciarsi intieramente, producono sostanze atte a comporre l'organismo di esseri viventi, una

combustione in cui gli elementi percorrono una serie di combinazioni intermedie prima di risolversi nei prodotti ultimi della putrefazione. Ma le parti che si combinano coll'ossigeno nel corpo degli animali non appartengono più all'organismo vivente. Nella putrefazione propriamente detta, nella decomposizione delle sostanze animali al riparo dell'aria si svolgono gaz, come l' idrogeno solforato, la cui azione è deleteria, e che uccidono rapidamente gl'infusorii. Gli escrementi umani non contengono mai alcun insetto durante il primo periodo della fermentazione putrida; questi esseri vi si stabiliscono, al contrario, in gran numero quando gli elementi provano la combustione lenta, ossia putrefazione propriamente detta.

Per una saggia previdenza si fu che la natura assegnò per nutrimento a questi esseri microscopici i cadaveri degli animali superiori; questi animaletti sono nello stesso tempo il mezzo che essa impiega per abbreviare quanto si può la durata dell' influenza deleteria esercitata dai prodotti della fermentazione putrida sulla vita degli animali superiori.

Le scoperte fatte a tale riguardo sono così straordinarie e sorprendenti, che esse meritano di essere conosciute. Rumford aveva già osservato che il cotone, la seta, la lana ed altre sostanze organiche, poste in un vaso pieno d'acqua ed esposte alla luce solare, dopo alcuni giorni, producono uno svolgimento di ossigeno. Fin dalle prime bolle di gaz l'acqua prende un colore verdognolo, ed il microscopio vi scopre allora un gran numero di animaletti minutissimi e quasi rotondi. A questi animaletti appunto l'acqua deve il suo colore. Al contrario non vi si scopre indizio di conferve o d' altri vegetali donde possa provenire lo svolgimento dell'ossigeno.

Quest'esperienze, fatte or sono già 70 anni, vennero tratte dall' oblivione in seguito a più recenti osservazioni. Nei serbatoi della salina di Rodenbarz (Assia Elettorale) si produce una sostanza mucilaginosa e trasparente che copre il fondo ad uno o due pollici. Quella sostanza è per ogni

direzione traversata da grosse bolle di gaz che si distaccano in gran numero quando si lacerano le membrane che le circondano. Secondo la sperienza del sig. Plankuch, questo gaz è così ricco di ossigeno, che un pezzetto di legno che abbia un punto in ignizione vi s'infiamma. Il sig. Wœlber verificò lo stesso fatto: questo chimico inoltre, mediante l'esame microscopico, riconobbe che la mucilagine non è quasi altrimenti composta che d'infusorii viventi che appartengono ai generi *Navicula* e *Gallionella*, e che si osservano pure nelle formazioni papiracee di Freiberg e nel *tufo* siliceo di Franzensbad.

Quella stessa sostanza, lavata e seccata, somministrò dell'ammoniaca per mezzo della calcinazione, lasciando una cenere bianca, composta d'uno scheletro siliceo che così perfettamente conservò la forma degli animaletti che, se non fosse per la totale mancanza del moto, si sarebbe creduto di vedere la mucilagine recente.

Quasi nello stesso tempo i signori Augusto e Carlo Morren dimostrarono che, pel concorso di certe sostanze organiche, l'acqua svolge un gaz che contiene fino a 61 per 100 di ossigeno. Essi attribuiscono tale fenomeno al *Chlamidomonos pulvisculus* e ad altri animaletti verdi o rossi ancora più inferiori nella serie organica.

Un'acqua di colore molto verde, colorata da parecchie specie d'infusorii, e che trovavasi nel pozzo del mio giardino, mi offrì l'occasione di accertare la cosa. Dopo d'avere passata quell'acqua per un filtro sottilissimo a fine di sceverarla da tutte le parti vegetali, la rinchiusi in un vetro che poscia rovesciai entro un vaso che conteneva della stessa acqua; poi la esposi ai raggi solari. Dopo quindici giorni trovai nel vetro più di 30 centimetri cubi di gaz ossigeno così puro, che infiammava uno zolfanello avente un punto in ignizione.

Non voglio avventurare alcuna induzione relativa al modo di mutazione di quegli animaletti, ma sembrami certo che sotto l'influenza della luce si svolge una sorgente di gaz ossigeno nell'acqua che contiene infusorii viventi; che

quell'acqua, dal momento in cui compaiono gl'insetti, cessa d'agire sugli animali o sulle piante in modo nocivo e pernicioso, perchè è impossibile che si svolga dell'ossigeno puro in un'acqua che contenga ancora sostanze in putrefazione e capaci di combinarsi coll'ossigeno stesso. Ove si aggiungano a tale acqua sostanze putrescenti, queste, alla presenza della sorgente di ossigeno, si trasformano adunque nei loro prodotti di ossidazione ultima assai più rapidamente che in un'acqua la quale non contenga infusorii.

Le specie più diffuse di questi animaletti (i verdi ed i rossi) offrono dunque alla natura un mezzo di una maravigliosa semplicità per purificare l'acqua da tutte le sostanze deleterie, capaci di offendere la vita degli animali superiori, e per sostituirvi le sostanze atte alla nutrizione delle piante, oltre all'ossigeno indispensabile per la respirazione degli animali.

Quegli infusorii non potrebbero dunque essere causa della putrefazione e della produzione dei corpi nocivi alla economia delle piante e degli animali; una Sapienza infinita al contrario loro commette l'uffizio di accelerare la decomposizione ultima delle sostanze organiche in via di putrefazione.

Tra i funghi, ve ne ha un gran numero che si sviluppano pienamente riparati dalla luce, e la cui cresciuta è accompagnata da tutti i fenomeni che distinguono la vita animale; essi corrompono l'aria e la rendono inetta alla respirazione, assorbendo l'ossigeno, ed esalando l'acido carbonico. A questo riguardo si comportano adunque a guisa di animali privi di movimento.

In opposizione a questa classe di esseri organizzati, che meritano appena il nome di piante, esistono esseri dotati di moto e di tutti gli organi proprii agli animali, e che alla luce si comportano a guisa di piante verdi; esseri, i quali perciò, nello svilupparsi, costituiscono una sorgente di ossigeno che penetra per ogni luogo dove rimane intercetto l'accesso dell'aria.

È chiaro che gli infusorii non possono prodursi e svi-

lupparsi, fuorchè nei luoghi, che loro offrono gli alimenti necessari in abbondanza, e sotto un' adatta forma. Molte specie d' infusorii molto diffuse si distinguono per le due sostanze minerali, che entrano nella loro composizione.

Si volle perfino attribuire alla proprietà vitale degli infusorii antediluviani gli enormi depositi di silice, di calce, di ossido di ferro, che si trovano nei tufi silicei, gli schisti silicei, la creta, ecc. Ma non si pose mente che la silice, la calce, l'ossido di ferro, furono di già condizioni indispensabili allo sviluppo degli infusorii, e che tali sostanze si ritrovano anche oggidì nel mare, nei laghi, nelle paludi, in tutti i luoghi insomma, nei quali si trovano anche gli stessi animali.

L' acqua in cui vivevano quegli infusorii fossili conteneva in soluzione silice e creta, le quali perciò vi si trovavano in condizioni affatto adatte per depositarsi sotto forma di marmo, di quarzo, o di altre simili roccie, dopo l'evaporazione dell'acqua.

Tali depositi si sarebbero senza dubbio formati come per l'ordinario, se l'acqua non avesse nello stesso tempo contenuto in putrefazione gli avanzi delle razze animali anteriori, e, per ciò stesso, le altre condizioni necessarie alla vita degli infusorii cretacei e silicei.

Se tali sostanze non si fossero trovate riunite, niuna di quelle classi animali si sarebbe propagata e moltiplicata al punto di produrre masse così enormi. Gli animaletti non furono che la cagione fortuita della tessitura particolare di questi depositi; dico fortuita, perchè la precipitazione della calce, della silice, dell' ossido di ferro, si sarebbe anche effettuata senza la presenza di quegli animali. L'acqua del mare contiene la calce dei coralli e degli innumerevoli testacei che in essa vivono nella stessa forma, come nei laghi e nelle paludi, in seno delle quali si svolsero gli animaletti, i cui avanzi costituiscono oggidì il calcare conchigliaceo.

Assai mirabile è di già, che l'economia vivente sia capace di produrre, con quattro elementi soltanto, un numero

di combinazioni infinite anche nel senso matematico, che la forza inerente all'organismo, coll' idrogeno, ossigeno, azoto e carbonio, possa produrre corpi che posseggono tutte le proprietà degli ossidi metallici, degli acidi inorganici e dei sali: talmente che sul limite in cui ha termine la qualità delle combinazioni formate dai così detti elementi inorganici, comincia un'altra qualità di combinazioni, di cui non potremmo comprendere tutta l' estensione. Il regno inorganico tutto intiero, tutte queste combinazioni di metalli, e di corpi non metallici, si riproducono nel regno organico. Il carbonio e l'azoto; il carbonio, l'idrogeno e l'ossigeno; l'azoto e l'idrogeno, producono molecole complesse, le cui proprietà somigliano intieramente a quelle del cloro, dell'ossigeno, e dello zolfo; e tale analogia non si restringe ad una sola, ma a tutte le proprietà si estende.

Dove trovare un corpo più straordinario del cianogeno, gaz composto di carbonio e di azoto, in cui i metalli bruciano con svolgimento di calore e di luce, non altrimenti che nell' ossigeno? Ecco adunque un corpo composto, le cui proprietà ed il cui modo d' essere sono quelli di un corpo semplice, di un elemento, le cui molecole presentano una forma eguale a quella del cloro, del bromo e dell'iodio; talmente che questi corpi possono a vicenda sostituirsi senz'alterare la forma cristallina dei composti.

Ecco in qual modo agisce la forza creatrice dell' organismo vivente; per infinite direzioni esso può aggruppare gli atomi degli elementi in modo da produrre metalli composti, metalloidi composti (33); ma nella natura non esiste alcuna forza capace di convertire corpi semplici e di annullare le cagioni alle quali la materia deve le sue proprietà. Il ferro non cessa mai di esser ferro; il carbonio resta carbonio, l'idrogeno, idrogeno; gli elementi delle sostanze organiche non possono giammai produrre ferro, zolfo o fosforo. Da qui a cinquant' anni, l'età nostra, che ha insegnato queste impossibili tramutazioni, ecciterà quel medesimo sorriso di pietà, con cui ora noi deridiamo quei tempi in cui fioriva l'alchimia.

Ma l'uomo, per sua natura, si lascia trascinare da simili

errori, quando il suo intelletto, non altrimenti che quello del fanciullo, è ancora troppo poco sviluppato per comprendere la verità! Le cognizioni accrescono la nostra potenza materiale, come lo farebbero gli oggetti che soddisfano ai bisogni ordinari della vita, ma solo a prezzo della fatica e di grandi sforzi ci viene scoperta la verità.

LETTERA DECIMASETTIMA

Rapporti della chimica colla fisiologia. — Classificazione degli alimenti in alimenti di nutrizione ed in alimenti di respirazione. — Azione dell'ossigeno atmosferico. — Equilibrio fra il carbonio e l'ossigeno.

Uno fra i più notabili risultamenti della scienza moderna è quello di avere fra la chimica e la fisiologia operato un'alleanza, che gettò novella luce sulle funzioni della vita delle piante e degli animali.

Grazie alla chimica, noi conosciamo oggidì quello che conviene intendere per queste parole *alimento*, *veleno*, *medicamento:* le cognizioni sulla fame, sulla morte non si limitano più alla semplice descrizione d'uno stato particolare. Noi sappiamo in modo positivo che gli alimenti dell'uomo si dividono in due grandi classi: una di esse abbraccia quelli che servono propriamente alla nutrizione e alla riproduzione: l'altra comprende quelli che hanno tutt'altro ufficio nell'economia. Noi possiamo dimostrare con esattezza quasi matematica, che la birra non nutrisce, che non contiene alcun principio atto a trasformarsi in sangue, in fibra muscolare, od in altro organo dell'attività vitale. Le idee relative all'azione della birra, dello zuccaro, dell'amido, della gomma negli atti vitali, provarono una rivoluzione così compiuta, che il lettore mi saprà grado, come

Digitized by Google

spero, di fargli conoscere il risultamento delle ultime ricerche fatte a questo riguardo.

Le prime condizioni della vita animale sono l'introduzione delle sostanze alimentari nell'organismo, e l'assorbimento dell'ossigeno contenuto nell'aria atmosferica. Durante la vita, l'uomo e gli animali assorbono continuamente ossigeno pei loro organi respiratorii: giammai questa funzione si sospende.

I fisiologi, in seguito a numerose osservazioni, scoprirono che il peso del corpo d'un uomo adulto, convenientemente nutrito, non trovasi, dopo 24 ore, nè aumentato nè diminuito, e tuttavia la quantità di ossigeno, assorbito dagli organi durante questo intervallo, è estremamente grande. Perchè, secondo le esperienze di Lavoisier, un uomo adulto attinge all'atmosfera, nello spazio di un anno, 373 chilogrammi di ossigeno: secondo Menzies, 411 chilogrammi; il suo peso è lo stesso nel principio, come al fine dell'anno; tutto al più vi si trova un aumento, od una diminuzione di alcune libbre.

Che divenne allora quella enorme quantità di ossigeno, presa nell'aria da un solo individuo? Tale quistione può risolversi in modo assai positivo. Infatti quell'ossigeno non resta più nel corpo: ne esce di nuovo nella forma di una combinazione carbonata od idrogenata: si unisce al carbonio ed all'idrogeno di certe parti dell'organismo, ed è poscia eliminato per la pelle e pei polmoni allo stato d'acido carbonico e di vapore d'acqua.

Ad ogni momento respiratorio, e per tutta la durata della vita, gli organi, dopo di essersi combinati coll'ossigeno atmosferico, cedono anche una parte delle sostanze che li compongono.

Ammettiamo con Lavoisier e Seguin (a fine di fondare il nostro ragionamento sovra un dato sperimentale) che un uomo adulto assorba giornalmente 1015 grammi d'ossigeno; supponiamo inoltre che il corpo di quest'uomo contenga 12000 grammi di sangue. Questo sangue contiene 80 p. c. d'acqua; per trasformare intieramente il suo carbonio ed il suo idrogeno in acido carbonico ed acqua, si richiedono

4271 grammi d'ossigeno. Ora tale quantità d'ossigeno penetra nel corpo d'un adulto nello spazio di quattro giorni e di cinque ore.

Qualunque sia il modo di agire dell'ossigeno assorbito durante la respirazione; sia che direttamente si fissi sui principii del sangue, o sovra altre sostanze carbonate od idrogenate del corpo, nulla s'oppone a questa conclusione: che un individuo, il quale inspira giornalmente 1015 gram. di ossigeno, deve, per mezzo degli alimenti, riprendere altrettanto di carbonio e d'idrogeno, quanto se ne conteneva in 12 chilogrammi di sangue. Beninteso, il corpo è supposto rimanere allo stato normale, ed il peso invariabile. La riparazione di queste perdite deve necessariamente farsi per mezzo degli alimenti.

Infatti, determinando la quantità di carbonio ingerito nel corpo col mezzo degli alimenti, come pure la quantità di carbonio rigettato dalle feci ed orine allo stato non combusto, sotto una forma, cioè, diversa da quella d'una combinazione ossigenata, si trovò che un uomo adulto, il quale si mantenga in un movimento moderato, consuma ogni giorno 435 grammi di carbonio (*).

(*) I numeri citati si riferiscono, in media, al consumo che fanno 856 soldati accasermati, il nutrimento dei quali (pane, pomi di terra, carne, lenticchie, piselli, ecc.) fu pesato con esattezza scrupolosa, fino a tener conto del pepe, del sale e del burro; e questo per lo spazio di un mese, avendo già sottoposta ciascuna delle sostanze alimentari all'analisi chimica. Il consumo fu uguale per tutti, tranne che, per tre soldati della guardia, i quali per ogni giorno, oltre alla razione del pane di ordinanza (2 libbre per giorno) ne ricevevano alcun poco di più, cioè in tutto 2 1|2 libbre, oltre anche un tamburo a cui restava una mezza libbra di pane. Non si comprese in questi calcoli la quantità di carbonio contenuta nei cavoli, nel sauerkraut, e neppure ciò che i soldati mangiavano alla sera. Stando ad un calcolo approssimativo del sergente maggiore, ciascun soldato consuma ogni giorno, termine medio, 3 oncie di salciccia, 3|4 d'oncia di burro, 1 mezzo litro di birra, e 5 decilitri di acquavita, ove si contiene una quantità di carbonio più che doppia di quella che esiste ad una volta nelle materie fecali e nell'orina. Gli escrementi dei soldati pesano uno per l'altro 6 oncie

Queste 435 gramme escono per la pelle e pei polmoni sotto forma di acido carbonico; ora, per trasformarsi in questo gas, esse richiedono 1157 gramme d'ossigeno.

Secondo le analisi del signor Boussingault (*Annales de chimie et de physique*, LXXI, p. 236), un cavallo consuma, in 24 ore, 2465 gramme di carbonio; una vacca da latte ne consuma 2212 gramme. Tali quantità di carbonio vengono rigettate fuori allo stato di acido carbonico; per convertire questo carbonio in acido carbonico, il cavallo impiega 6504 grammi d'ossigeno; la vacca ne impiega 5833 gramme. Poichè niuna parte dell'ossigeno assorbito esce dal corpo in altra forma che in quella d'una combinazione idrogenata e carbonata; e poichè inoltre, nello stato di salute, il carbonio e l'idrogeno, così eliminati, vengono restituiti dagli alimenti richiesti per la conservazione delle funzioni vitali; così è manifesto che l'alimento deve essere in rapporto diretto colla quantità dell'ossigeno assorbito.

Due animali che nello stesso tempo assorbono, per la pelle e pei polmoni, quantità ineguali di ossigeno, devono adunque consumare pesi diversi dello stesso alimento; e siccome la consumazione dell'ossigeno può, per tempi uguali, esprimersi pel numero delle inspirazioni, ne nasce che per lo stesso individuo la quantità di nutrimento da prendersi varia secondo il numero e l'ampiezza delle inspirazioni.

Da ciò si vede che i fanciulli, nei quali gli organi respiratorii sono più attivi che nell'uomo adulto, sopportano la fame assai meno di lui; essi devono adunque prendere migliore nutrimento, e, proporzionatamente, in maggiore quantità.

Un uccello privo di nutrimento muore al terzo giorno.

circa; racchiudono 75 per 100 di acqua; forniscono un residuo contenente 45, 24 per 100 di carbonio, e 13, 15 per 100 di ceneri. Cento parti di escrementi freschi racchiudono dunque 11,31 di carbonio, cioè ad un dipresso tanto quanto un peso uguale di carne fresca. Si ammise in questo calcolo che il carbonio delle materie fecali e dell'orina compensi quello dei legumi freschi e degli altri alimenti consumati alla taverna.

Un serpente, posto per un'ora sotto una campana, inspira appena abbastanza di ossigeno, perchè l'acido carbonico prodotto divenga percettibile; quindi è che il serpente può vivere senza nutrimento per tre mesi ed anche più.

Allo stato di quiete, il numero dei movimenti respiratorii è minore che allo stato di agitazione e di lavoro; la quantità di nutrimento necessaria in questi due stati si trova naturalmente nella stessa relazione. Quindi è che si può dire che l'abbondanza di nutrimento è incompatibile col difetto di ossigeno e di moto; così pure un eccesso di moto, il quale richiede una grande quantità di nutrimento, non comporta debolezza negli organi digestivi.

La quantità di ossigeno inspirata dal polmone dipende non solo dal numero delle inspirazioni, ma anche dalla temperatura e dalla densità dell'aria.

Infatti, la capacità del torace di un animale restando la stessa, ad ogni inspirazione vi entra un uguale volume di aria; ma il peso di quest'aria e quindi anche dell'ossigeno, che essa contiene, varia necessariamente, perchè il calore dilata l'aria, ed il freddo la condensa. In due volumi uguali d'aria fredda e d'aria calda, v'ha dunque un peso ineguale d'ossigeno.

Nell'estate l'aria atmosferica contiene del vapore acqueo: nell'inverno secca; lo spazio occupato dal vapore acquoso nell'aria calda è, durante l'inverno, surrogato dall'aria; cioè, a volume uguale, l'aria contiene maggiore quantità d'ossigeno nell'inverno che nell'estate.

Noi respiriamo sempre uguale volume d'aria nell'estate come nell'inverno, ai poli come sotto l'equatore; l'aria fredda si scalda entrando nella laringe e nelle cellule del polmone, sì che acquista la temperatura del corpo. Così, per introdurre nel polmone una certa quantità d'ossigeno, si richiede nell'inverno un consumo di forza minore che durante l'estate; a consumo uguale di forze, si respira più d'ossigeno nell'inverno.

Parimenti, alla riva del mare noi assorbiamo, per lo stesso numero d'inspirazioni, una maggior quantità d'ossigeno che sull'alto delle montagne; e si può dire che la quantità di

acido carbonico, rigettato dal polmone, non meno che l'ossigeno assorbito dallo stesso, varia secondo la pressione barometrica.

Nell'inverno, come nell'estate, noi aspiriamo l'ossigeno nello stesso stato di combinazione; ma, a bassa temperatura, e sotto una forte pressione, aspiriamo maggior quantità di acido carbonico che ad una temperatura elevata. Dobbiamo per conseguenza consumare, per mezzo degli alimenti, una dose di carbonio proporzionata a tale quantità; nella Svezia bisogna prenderne più che in Sicilia; nelle nostre regioni temperate conviene, durante l'inverno, prenderne sensibilmente un ottavo di più che nell'estate.

Quand'anche, nei paesi freddi come nei paesi caldi, consumassimo uguale quantità di nutrimento, tuttavia, per sapientissima disposizione della natura, gli alimenti contengono quantità disuguali di carbonio; infatti, i frutti dei paesi meridionali, allo stato recente, non contengono più del 12 p. c. di carbonio; mentre il lardo e gli olii di pesce, di cui si nutre l'abitante delle regioni polari, ne contengono da 66 ad 80 p. c.

Nei paesi caldi sotto l'equatore è facile lo assoggettarsi al regime della dieta, ossia di sopportare la fame; ma il freddo e la fame riuniti, consumano il corpo in breve tempo.

L'azione reciproca dei principii alimentari e dell'ossigeno trasportato nell'organismo per l'effetto della circolazione; ecco la *sorgente del calore animale.*

Digitized by Google

LETTERA DECIMOTTAVA

Calore animale; sue leggi, e sua influenza sulle funzioni dell'economia animale. — Perdite e riparazione. — Influenza del clima. — Sorgenti del calore animale. — Influenza dell'ossigeno nelle malattie. — Respirazione.

La sorgente del calore animale, le leggi che presiedono alla produzione del medesimo, l'influenza che esso esercita sulle funzioni dell'economia animale; ecco certamente quistioni importanti e istruttive, sulle quali non posso a meno di chiamare la vostra attenzione.

Tutti gli esseri viventi, la cui esistenza è collegata ad un assorbimento di ossigeno, posseggono in lor stessi una sorgente di calore, indipendente dal mezzo in cui vivono. Questo fatto è vero per tutti gli animali: si applica anche al seme germinante, ai fiori delle piante ed ai frutti in maturazione.

Non si produce calore fuorchè nelle parti dell'animale dove perviene il sangue arterioso; dove, per conseguenza, l'ossigeno atmosferico può penetrare. I peli, la lana, le piume non hanno calore proprio.

Questo svolgimento di calore nel corpo degli animali è, in tutti i luoghi ed in tutte le circostanze, la conseguenza della combinazione di una sostanza combustibile coll'ossi-

geno. Infatti, qualunque sia la forma nella quale il carbonio, p. e., si combina coll'ossigeno, è certo che tale combinazione non può operarsi senza essere accompagnata da calore; sia che si faccia rapidamente o con lentezza, a temperatura elevata o bassa, la quantità totale di calore svolta in quell'atto rimane invariabile. Così, il carbonio degli alimenti, trasformandosi in acido carbonico entro il corpo dell'animale, sviluppa altrettanto di calore, come se bruciasse all'aria o nell'ossigeno; sol che la quantità di calore prodotta nel primo caso, viene ripartita a tempi disuguali; nell' ossigeno puro la combustione è vivissima, e la temperatura è perciò elevatissima; all'aria la combustione è più lenta e temperatura meno elevata; ma si mantiene più lungamente.

Da ciò resta evidente che il numero dei gradi di calore, divenuti liberi nel corpo degli animali, deve decrescere od aumentare secondo la quantità di ossigeno che vi perviene, in tempi uguali, per effetto della respirazione. Gli animali, la cui respirazione è più viva ed è continua, consumano per conseguenza molto ossigeno. I fanciulli, nei quali la temperatura è di 39, assorbono maggior quantità di ossigeno che gli adulti, in cui la temperatura è di 37, 5. Gli uccelli, nel corpo dei quali il termometro segna 40, ovvero 41, ne assorbono più dei quadrupedi, la cui temperatura propria è di 37, ovvero 38; ne prendono anche più dei pesci e degli amfibii, la cui temperatura propria è di 1|2, od anche di due gradi più elevata di quella del mezzo ambiente.

Propriamente parlando, tutti gli animali sono a sangue caldo; ma solo in quelli che respirano pei polmoni la temperatura propria è indipendente da quella del mezzo ambiente.

Da un gran numero di osservazioni degne di fede risulta che la temperatura dell'uomo e di tutti gli animali, così detti a sangue caldo, è la stessa in tutti i climi; nella zona temperata come sotto l'equatore ed ai poli, nonostante l'estrema diversità dei mezzi in cui vivono.

Il corpo degli animali si comporta cogli esseri che lo

circondano, assolutamente come lo fanno tutti i corpi caldi; esso riceve calore se la temperatura esterna è più elevata di quella dell'animale; glie ne cede al contrario se il mezzo, in cui l'animale respira, è ad una temperatura più bassa. Ora, la rapidità del raffreddamento di ogni corpo saldo, si regola sulla diversità che esiste fra la sua temperatura e quella del mezzo; cioè che più il mezzo è freddo, più pronto è il raffreddamento del corpo. Da ciò si comprende la notabile diversità che deve esistere fra la perdita di calore provata da un uomo che vive a Palermo p. e., dove la temperatura esterna è sensibilmente uguale a quella del corpo, e la perdita di calore subita da un abitante dei poli, dove la temperatura atmosferica gli è inferiore di 40, ovvero di 50 gradi. Nonostante tale deperdizione così diversa, il sangue del Lappone non è meno caldo del sangue dell'abitante dei paesi meridionali. Ciò prova adunque incontrastabilmente che il calore, ceduto dal corpo all'esterno, viene surrogato nell'organismo assai rapidamente, e che questa restituzione deve operarsi più prontamente nell'inverno ed ai poli, che nell'estate e sotto l'equatore.

La quantità di ossigeno assorbita dai movimenti respiratorii, varia nei diversi climi, secondo la temperatura dell'aria esterna. Perchè adunque il corpo si mantenga alla stessa temperatura, conviene che la quantità di quest'ossigeno cresca in ragione diretta della perdita di calore cagionata dal porsi in equilibrio della temperatura del corpo colla temperatura ambiente; vale a dire che le quantità di carbonio e d'idrogeno necessarie alla combinazione collo stesso ossigeno, devono crescere nella medesima proporzione.

La restituzione del calore perduto si opera per l'azione reciproca dei principii alimentari e dell'ossigeno respirato. Poco importano le forme che gli alimenti vanno a poco a poco assumendo per l'influenza degli organi; poco importano le loro trasformazioni dirette; in tesi finale il loro carbonio si trova sempre trasformato in acido carbonico, il loro idrogeno in acqua; l'azoto ed il carbonio, non combusti, vengono eliminati per mezzo delle orine e degli escrementi solidi. Per servirci di un paragone triviale, ma giusto, di-

remo, che il corpo degli animali si comporta a questo riguardo come un fornello munito di combustibile; per avere dentro al fornello una temperatura costante, conviene, secondo le variazioni della temperatura esterna, alimentarlo con diverse quantità di combustibile. Gli alimenti sono pel corpo dell'animale ciò che il combustibile è pel fornello; se l'ossigeno ha facilmente accesso, ne risulta calore che diviene sensibile.

Nell'inverno, quando siamo all'aria fredda, in cui la quantità dell'ossigeno inspirato è, per conseguenza, più abbondante, noi sentiamo accrescersi, nella stessa proporzione, il bisogno degli alimenti carbonati ed idrogenati; quando tale bisogno è soddisfatto, il corpo può resistere ai freddi più intensi. E propriamente, la fame produce nel corpo la sensazione del freddo. È pure avverato, che gli animali selvaggi dei paesi polari superano in voracità quelli delle contrade meridionali.

Nella zona fredda e nella zona temperata, l'aria, che incessantemente cerca di consumare il corpo, ci spinge al lavoro, il quale ci procura i mezzi di resistere a tale azione; nei paesi caldi, al contrario, l'attività dell'uomo è minore, poichè il bisogno di nutrimento è assai meno urgente.

I nostri abiti non sono che equivalenti per le sostanze alimentari; perchè, quanto più ci copriamo caldamente, tanto più diminuisce il bisogno di mangiare; per la ragione che il corpo, in tale stato, perde meno di calore, si raffredda meno, e che allora diventa anche minore la necessaria riparazione per mezzo degli alimenti. Se noi andassimo nudi, a guisa dei selvaggi, o fossimo alla caccia, alla pesca, esposti al freddo glaciale delle regioni polari, il nostro ventricolo sopporterà senza molestia la medesima quantità di liquori alcoolici, d'olio di pesce, quale noi vediamo cha sogliono prendere gli abitanti di quelle contrade.

Ciò non deve recarci maraviglia; il carbonio e l'idrogeno di questi alimenti servirebbero a porre il nostro corpo in equilibrio di temperatura coll'atmosfera.

Da quanto precede, ne segue, che la quantità degli alimenti, da consumarsi, si regola a seconda del numero delle inspi-

razioni, della temperatura dell'aria inspirata e della quantità di calore, ceduta dal corpo all'esterno. Niun fatto isolato si oppone alla verità di questa legge.

Gli abitanti del mezzodì non potrebbero, senza nuocere alla salute in modo passeggero o durevole, prendere dai loro alimenti maggiore quantità di carbonio e d'idrogeno, di quella che ne esalano per mezzo della respirazione; così anche gli abitanti del nord non possono (tranne che siano ammalati o soffrano di fame) esalare più di carbonio e di idrogeno, di quanto gli alimenti ne introducano nell' economia.

L'inglese sente con rammarico diminuirsegli l'appetito dei cibi nella Giammaica; e col mezzo soltanto di eccitanti energici, del pepe di Caienna, p. e., egli riesce a prendervi la stessa quantità di nutrimento, come nel suo paese. Ma il carbonio di queste sostanze non trova alcun impiego nel corpo, perchè la temperatura dell'aria è troppo elevata; il calore snervante del clima fa sì, che il corpo non aumenta il numero delle inspirazioni con moto continuato, e per conseguenza non inspira una sufficiente proporzione di ossigeno in rapporto colle sostanze consumate.

Le persone, i cui organi digerenti sono indeboliti, presso i quali perciò il ventricolo rifiuta di porre gli alimenti allo stato richiesto per la combinazione coll'ossigeno, non possono resistere al duro clima dell'Inghilterra; la loro salute deve adunque migliorarsi in Italia e nei paesi meridionali in generale, dove quelle persone respireranno una proporzione di ossigeno comparativamente minore, ed i loro organi avranno ancora vigore sufficiente per digerire una quantità minore di alimenti. Se, al contrario, gli stessi ammalati rimangono in un paese freddo, i loro organi respiratorii finiscono essi medesimi col soccombere all' azione dell'ossigeno.

Da noi, si vedono in estate predominare le malattie di fegato (malattie di carbonio), mentre nell'inverno le malattie polmonari (malattie d'ossigeno) sono più frequenti.

Il raffreddamento del corpo, qualunque ne sia la cagione, accresce il bisogno di mangiare. Così, il soggiorno all'aria

aperta; in una carrozza da viaggio o sul ponte di un battello, aumenta l'appetito, anche senza darsi al moto, perchè il corpo si raffredda per l'irradiamento del calore, emanato dal corpo stesso e per la rapida traspirazione.

Lo stesso accade per le persone, che hanno l'abitudine di bere grandi quantità d'acqua: quest'acqua, eliminandosi dopo di essere salita a 37, assorbe nel corpo molto calore; deve adunque aumentare parimenti l'appetito. Le persone di costituzione debole devono, per un moto continuato, rendere al corpo l'ossigeno necessario per restituire il calore assorbito dall'acqua fredda.

Gli sforzi della voce, per parlare o per cantare, le grida dei fanciulli, il soggiorno all'aria umida, e molto altre cagioni influiscono sull'appetito, per la stessa ragione.

Abbiamo detto più sopra che il carbonio e l'idrogeno degli alimenti servono a combinarsi coll'ossigeno ed a produrre il calore animale; le più semplici osservazioni dimostrano in fatti, che l'idrogeno degli alimenti ha una parte altrettanto importante, che quella del loro carbonio.

A fine di ben comprendere i fenomeni della respirazione, esaminiamo un animale allo stato di perfetta astinenza. Quest'animale continua a respirare come prima: esso attinge sempre ossigeno all'aria, ed esala acido carbonico, non meno che vapore acquoso.

La sorgente, che somministra tali prodotti, non può essere dubbiosa, perchè noi vediamo diminuirsi, nello stesso tempo, il carbonio e l'idrogeno del corpo dell'animale. Come primo e effetto della fame, vediamo scomparire l'adipe, il quale però, non si trova nelle feci, nè nelle orine; il suo carbonio ed il suo idrogeno furono eliminati dalla pelle e dal polmone sotto forma di combinazioni ossigenate; dunque le parti costituenti di quell'adipe servirono alla respirazione.

Convien ricordarsi, che un uomo assorbe giornalmente 1015 gram. circa di ossigeno; si può adunque giudicar della perdita notabile, che un individuo affamato deve provare, poichè ogni respirazione gli fa perdere, per azione dell'ossigeno, parte del proprio corpo.

Currie vide che un ammalato, il quale non poteva deglutire, perdette, nello spazio di un mese, più di 50 chilog. del suo peso. Lo stesso scienziato narra, che un grasso maiale, sotterrato da uno scoscendimento, perdette 60 chilogr., dopo di avere vissuto sotterra, senza nutrimento, 160 giorni.

Il modo d'essere degli animali invernanti, la periodica accumulazione dell'adipe in altre specie di animali, la totale scomparsa dell'adipe stesso in certi stadii della vita, finalmente molti altri fenomeni dimostrano che l'ossigeno, nella respirazione, non fa alcuna scelta, quanto alle sostanze atte a combinarsi con esso. Quest'elemento si unisce adunque con tutto quanto gli si para davanti; e, nel caso, in cui l'esalazione dell'acido carbonico è comparativamente maggiore di quella del vapore acquoso, si può dire, che questo proviene da un difetto d'idrogeno; poichè, in generale, alla temperatura ordinaria del corpo, l'affinità dell'idrogeno per l'ossigeno supera d'assai l'affinità del carbonio per quest'ultimo elemento.

L'esperienza prova, infatti, che gli erbivori esalano un volume d'acido carbonico, uguale a quello dell'ossigeno assorbito, mentre nei carnivori, sola classe d'animali che mangia del grasso, è assorbita maggior copia d'ossigeno, rispetto all'acido carbonico esalato; ed anzi in molti casi, questi ultimi esalano una quantità d'acido carbonico uguale alla metà del volume dell'ossigeno.

Queste osservazioni non ammettono replica; sono assai più concludenti di tutti quei fenomeni, artificialmente provocati, ai quali si diede il nome di sperimenti, e che perdono ogni loro valore a fronte delle osservazioni attinte alla natura medesima.

Negli individui, che patiscono di fame, non solamente l'adipe va poco a poco dileguandosi, ma tutte le sostanze solide finiscono anche con disciogliersi man mano. Osservate i cadaveri di coloro che morirono d'inanizione; essi sono dimagrati: i loro muscoli sono sottili, rigidi e privi di contrattilità; tutti gli organi motori servirono a preser-

vare gli altri tessuti dall'azione dell' atmosfera; finalmente i principii stessi del cervello presero parte a quest'ossigenazione; quindi i deliquii, il delirio e come ultima conseguenza, la morte, la cessazione cioè di qualsiasi reristenza all'ossigeno atmosferico; l'invasione delle azioni chimiche, della putrefazione, della combustione di tutte le parti del corpo.

La morte succede all'inanizione più o meno prontamente, secondo lo stato di obesità dell' individuo; secondo il suo stato o di moto o di agitazione e secondo la temperatura dell'aria; dipende finalmente anche dalla presenza o mancanza dell'acqua; perchè, traspirando esso continuamente acqua per la pelle e pei polmoni, ed essendo questo liquido il promotore di tutti i movimenti del corpo, è chiaro, che, mancando essa, la morte deve accelerarsi. Così l'uso non interrotto dall' acqua ritardò di 70 giorni la morte, ed in alcuni casi, anche di due mesi.

Anche all'azione dell'aria atmosferica deve imputarsi la morte nelle malattie croniche. Quando le sostanze, destinate al mantenimento della respirazione, sono esaurite; quando gli organi dell'ammalato non possono più compiere le loro funzioni, e perdono quindi la facoltà di porre gli alimenti allo stato che conviene alla loro combinazione coll'ossigeno, allora questi organi stessi sono sacrificati, e l'ossigeno intacca la sostanza dei muscoli, l'adipe, la sostanza de' nervi e del cervello.

La vera causa della morte, in questo caso, è la respirazione stessa, l'azione dell'atmosfera. Il difetto d'alimenti, il non potere l'ammalato assimilarli, diventa un difetto di resistenza: è dunque la causa negativa della cessazione delle funzioni vitali. La lampada si spegne quando tutto l'olio è consumato dall'ossigeno dell'aria.

In alcune malattie si producono sostanze inette all'assimilazione; per effetto dell' astinenza tali sostanze vengono rimosse dal corpo, senza lasciare alcuna traccia, perchè i loro alimenti entrano in combinazione coll'ossigeno dell'aria. Dacchè le funzioni della cute e del polmone provano una

perturbazione, nelle orine si osserva la presenza di sostanze più carbonate che loro comunica ordinariamente un color bruno.

La respirazione è come il contrappeso, o, se vuolsi, come l'ordigno, che mantiene il movimento in un orologio: i moti respiratorii rappresentano le oscillazioni del pendolo, per le quali il suo corso è regolato. Noi sappiamo esattamente prevedere i cangiamenti provocati nel congegno dell'orologio per effetto dell' allungamento del pendolo o per le variazioni della temperatura; ma pochi conoscono, in tutta la sua estensione, l' influenza dell'aria e della temperatura sulla salute dell'uomo; e però l'investigazione di tali condizioni non è più difficile, a me pare, di quanto lo sia quella delle leggi, che reggono i movimenti di un oriuolo.

LETTERA DECIMANONA

Alimenti. — Punti costituenti del sangue: fibrina, albumina, sostanze minerali. — Identità di composizione della fibrina e dell'albumina. — Rapporti fra l'economia animale e l'organizzazione vegetale.

Nell'ultima lettera ho tentato di darvi alcune spiegazioni intorno alle funzioni, così semplici e tuttavia così mirabili, esercitate dall'ossigeno dell'atmosfera, quand'esso si unisce col carbonio contenuto negli organi degli animali. Ora aggiungerò qualche osservazione, relativamente alle sostanze destinate a mantenere l'armonia di queste funzioni; cioè, relativamente agli alimenti.

Se si stabilisce per massima, che l'accrescimento del corpo, lo sviluppo de' suoi organi, la riproduzione della specie, si operano per mezzo degli elementi del sangue, è chiaro, che non si potrà dare il nome di *alimenti*, fuorchè ai corpi capaci di sanguificarsi. Per sapere quali siano le sostanze atte a trasformarsi in sangue, conviene adunque esaminare la composizione degli alimenti, e paragonarla con quella del sangue.

Due sono le sostanze, che devono riguardarsi come parti essenziali del sangue: una di esse, la *fibrina*, se ne separa sì tosto, che vien sottratta alla circolazione. Tutti, infatti,

sanno, che allora il sangue si divide in un liquido giallognolo, che è il siero, ed in un ammasso di filamenti molli ed elastici, i quali aderiscono alle vimini, quando con un mazzo di esse si muove o si sbatte il sangue all' uscire, che fa dai vasi. Un altro principio chimico si contiene nel siero; è l'*albumina*, identica all'albumina delle uova e che comunica al sangue la proprietà del bianco d'uovo (34). Essa si coagula per mezzo del calore, producendo una massa bianca ed elastica.

La fibrina e l' albumina, questi principii essenziali del sangue, contengono in tutto sette elementi chimici, fra i quali v' ha l'azoto, il fosforo e lo zolfo, non meno che la sostanza delle ossa. In soluzione nel siero trovasi del sal marino ed altri sali a base di potassa e di soda, formati dall'acido solforico, acido carbonico, acido fosforico. I globetti sanguigni contengono fibrina ed albumina, oltre ad una sostanza colorante rossa, di cui fa sempre parte il ferro, come parte costituente. Finalmente, oltre a questi corpi, il sangue contiene ancora alcuni altri corpi grassi, in piccola quantità, e che differiscono dalle sostanze grasse ordinarie per molte proprietà (35).

L' analisi chimica scoprì, che l' albumina e la fibrina contengono gli stessi elementi organici, uniti fra di loro nelle stesse proporzioni di peso: talmente che, facendo due analisi, l'una di fibrina e l'altra di albumina, non si otterrebbe, quanto alla composizione centesimale del corpo esaminato, maggior diversità di quella, che ci verrebbe presentata da due analisi, fatte sovra una medesima fibrina, ed una medesima albumina. La differenza delle loro proprietà prova, che gli elementi sono diversamente disposti in questi due principii; ma sono identici nella loro composizione. Questo fatto venne confermato in altra maniera da un dotto fisiologo, il sig. Pietro Denis, il quale riuscì a trasformare artificialmente la fibrina in albumina (36); vale a dire, a comunicare alla prima la solubilità e la coagulabilità, che distinguono il bianco d'uovo. Oltre all' identità di composizione, questi due principii hanno comune la chimica proprietà di sciogliersi nell'acido idroclorico, assu-

mendo un colore azzurro d'indaco carico, e danno così origine ad un liquido che si comporta allo stesso modo con tutti i reattivi.

Nell'atto vitale, l'albumina e la fibrina del sangue possono ambedue divenire fibra muscolare e reciprocamente la sostanza dei muscoli può di nuovo trasformarsi in sangue. I fisiologi sono da lungo tempo concordi su questo punto; ma spetta alla chimica il dimostrare, che queste metamorfosi effettuansi per l'uno e per l'altro corpo, senza l'intervenzione di alcun elemento estraneo; cioè, senza che nulla ad essi venga aggiunto, nè tolto.

Paragoniamo ora la composizione dei varii tessuti animali con quella dell'albumina e della fibrina. Tutte le parti del corpo, che posseggono una forma determinata, che, per conseguenza, appartengono ad organi, contengono azoto. Nessuna parte d'organo, dotata di moto e di vita, è priva di questo elemento; tutte, inoltre, contengono carbonio, e gli elementi dell'acqua; questi ultimi però, non mai nelle proporzioni dell'acqua. I principii essenziali del sangue contengono sensibilmente 16 p. 100 d'azoto; tale quantità trovasi in tutte le parti degli organi. Le più concludenti esperienze dimostrarono che l'economia animale è incapace di creare alcun elemento chimico; essa non può produrre nè carbonio, nè azoto, con sostanze prive di questi elementi.

È dunque evidente che tutte le sostanze alimentari, destinate alla sanguificazione od alla formazione dei tessuti, delle membrane, della pelle, dei peli, dei muscoli; che tutti gli alimenti cioè debbono contenere una data proporzione di azoto, poichè quest' elemento fa parte degli organi; e ciò deve essere, non solamente perchè gli organi non possono creare azoto col mezzo di altri elementi, ma ancora perchè l'azoto dell'atmosfera non trova impiego nell'atto vitale. Il cervello, ed i nervi hanno una grande quantità d'albumina, oltre a due acidi grassi particolari, i quali contengono del fosforo, forse in istato di acido fosforico: uno di questi acidi grassi contiene dell'azoto. Finalmente l'acqua e l'adipe costituiscono i principii non azotati dell'economia animale. Ambidue sono sprovveduti di forma, e non pren-

dono parte al lavoro vitale, se non in quanto servono di intermedio fra le varie funzioni. Quanto ai principii minerali, contenuti nell'organismo animale, essi vengono rappresentati dalla calce, dal ferro, dalla magnesia, dal sale marino e dagli alcali.

Di tutti gli animali, i carnivori sono quelli che nella nutrizione seguono l'andamento più semplice. Essi vivono del sangue e della carne degli erbivori e dei granivori: ora, questo sangue e questa carne sono identici, in tutte le loro proprietà, al sangue ed alla carne dei carnivori stessi: a tale riguardo, non v'ha alcuna differenza chimica, nè fisiologica. Gli alimenti dei carnivori derivano adunque dal sangue: questi alimenti si liquefanno nel ventricolo, e possono allora trasportarsi in altre parti del corpo; ridivengono sangue; ed il sangue, per effetto delle metamorfosi continue che esso prova, ripara tutte le perdite sofferte dall'economia. Tranne le unghie, i peli, le piume e la sostanza delle ossa, nessuna parte degli alimenti dei carnivori resiste all'assimilazione. Chimicamente parlando si può dunque dire che il carnivoro si consuma da sè per mantenere le sue funzioni vitali; ma quello che gli serve di nutrimento è assolutamente identico alle parti, che devono essere dagli organi riparate.

La nutrizione degli erbivori si presenta apparentemente affatto diversa; i loro apparecchi digerenti sono meno semplici, ed i loro alimenti consistono in sostanze vegetali, che non contengono proporzionatamente che poco azoto. Quali sono allora le sostanze, d'onde è formato il sangue degli erbivori; quali sono le sostanze, per cui si sviluppano i loro organi? Questa quistione può risolversi in modo assai preciso. Infatti, dalle ricerche chimiche risulta, che tutte le parti vegetali atte a nutrire gli animali contengono certi principii molto azotati, e la quotidiana esperienza dimostra che gli animali pel loro mantenimento, tanto minor copia richiedono di parti vegetali, quanto più sono esse ricche di principii azotati; mancando l'azoto, le parti vegetali non li nutrono più. Questi principii azotati si trovano sovratutto in abbondanza nella semente dei cereali, nei piselli, nelle

lenticchie, nelle fave, in alcune radici e nel sugo dei nostri legumi; del resto, non mancano intieramente in veruna pianta, nè in alcuna delle sue parti: possono, in generale, ridursi a tre corpi, facili a distinguersi pei caratteri loro; due fra essi sono solubili nell'acqua; il terzo non vi si scioglie.

Quando si abbandona a se stesso un sugo vegetale spremuto di recente, vi si depone dopo alcuni minuti un precipitato gelatinoso, ordinariamente di color verde, e che trattato con certi liquidi destinati a privarlo della materia colorante, lascia finalmente una sostanza di un colore bianco bigiognolo. È questo uno degli alimenti azotati degli erbivori; esso ha ricevuto il nome di fibrina vegetale. Il sugo dei graminacei sovratutto è carico di questo principio, il quale abbondantemente si trova nel grano, ed in tutti i cereali in generale.

Alcune operazioni semplicissime bastano ad estrarlo dalla farina di fromento, in uno stato di purezza assai grande. Così ottenuto, esso porta il nome di *glutine*; ma è da osservarsi, che la vischiosità, che offre, non gli è inerente; ma proviene dalla mescolanza di una sostanza vischiosa che manca nel seme degli altri cereali. La fibrina vegetale, come lo indica il processo della sua estrazione, è insolubile nell'acqua; tuttavia essa è disciolta nel sugo della pianta viva, e solo più tardi se ne separa, come succede alla fibrina del sangue.

L'altro elemento azotato trovasi parimente in soluzione nel sugo delle piante; ma esso non se ne separa alla temperatura ordinaria, e solo quando il sugo è spinto all'ebollizione. Così quando si fa bollire, dopo di averlo chiarificato, il sugo di un legume, p. e., di cavoli-fiori, asparagi, rape, vi si produce un coagulo, che, per le sue proprietà esteriori, e per le altre sue qualità, non si può distinguere dal corpo, che mediante l'ebollizione, si separa, allo stato di coagulo, dal siero del sangue, o dal bianco d'uovo dilungato con acqua. Questa è l'*albumina vegetale*; essa trovasi sovratutto in grande quantità in parecchie sementi, nelle noci, mandorle, ed in altre, che invece di contenere fecola,

come il seme dei cereali, contengono invece olio, o sostanze grasse.

Finalmente, il terzo elemento azotato, elaborato dalle piante, costituisce la *caseina vegetale*. Essa trovasi particolarmente nel pericarpio dei piselli, delle fave e delle lenti; solubile nell'acqua, come l'albumina vegetale, essa se ne distingue in quanto che la sua soluzione non si coagula pel calore. Durante l'evaporazione, questa soluzione si copre di una pellicola: così pure, si rapprende a guisa del latte degli animali per l'aggiunta degli acidi.

Questi tre principii, la fibrina, l'albumina, e la caseina vegetali, sono i veri alimenti azotati degli erbivori. Sovente le piante contengono ancora altre sostanze azotate, talvolta velenose o medicatrici, ma trovansi mescolate cogli alimenti in così piccola proporzione, che esse non potrebbero contribuire all'incremento del corpo.

Dall'analisi chimica degli anzidetti principii, risulta che essi contengono, tutti e tre, gli stessi elementi, uniti nelle stesse proporzioni non solo, ma hanno identicamente la stessa composizione come i principii essenziali del sangue, la fibrina e l'albumina. Tutti e tre si sciolgono come questi nell'acido idroclorico concentrato in un colore azzurro di indaco; ed anzi la fibrina e l'albumina vegetali posseggono tutte le proprietà fisiche della fibrina e dell'albumina animali; tale identità di composizione si manifesta non solo per gli elementi organici, che costituiscono questi principii, ma si estende anche alle proporzioni di fosforo, di zolfo, di sostanza calcare e d'alcali.

Riflettendo a questo, reca veramente maraviglia il vedere la mirabile semplicità, colla quale procede lo sviluppo dell'organismo animale. Le sostanze vegetali, cui gli animali impiegano nel produrre sangue, contengono belli o formati i principii essenziali del sangue stesso; inoltre, le piante contengono tutte una certa quantità di ferro, che si ritrova nella parte colorante del sangue (37).

Qualunque ne sia l'origine, provengano esse dalle piante o dagli animali, la fibrina e l'albumina offrono appena appena qualche varietà di forma. Quando queste sostanze

mancano negli alimenti, la nutrizione non può effettuarsi nell'animale; quando, al contrario, vi si trovano, l'animale erbivoro, consumandole, riceve le sostanze stesse che sono indispensabili al carnivoro pel proprio mantenimento. L'economia vegetale prepara adunque il sangue di tutti gli animali; perchè, propriamente parlando, la carne ed il sangue degli erbivori, altra cosa non sono fuorchè le sostanze vegetali stesse, di cui quelli si erano alimentati.

Infatti, la fibrina e l'albumina vegetali prendono, nel ventricolo dell'erbivoro, assolutamente la stessa forma, cui ricevono nel ventricolo del carnivoro la fibrina e l'albumina animali.

Per compendiare il finqui esposto, diremo perciò che lo sviluppo dell'organismo, l'incremento dell'animale è subordinato alla ingestione di certe sostanze identiche ai principii essenziali del suo sangue. L'economia animale compone il sangue solo quanto alla forma, e non potrebbe produrlo col mezzo di corpi, che non ne contenessero di già i principii componenti; tuttavia non per questo è priva della facoltà di produrre altre combinazioni; al contrario, essa determina la formazione di una gran serie di corpi diversi, per la loro composizione, dai principii del sangue; ma questi principii stessi del sangue, ingenerati dalla sola vegetazione, costituiscono essi medesimi il punto di partenza di quella serie di corpi.

L'organismo animale può riguardarsi come una pianta superiore che si svolga a spese delle sostanze, colla produzione delle quali si estingue la vita in una pianta ordinaria; dacchè quest'ultima produsse la semente muore, od almeno compie un periodo della vita. Non v'ha interruzione alcuna in questa serie infinita, che comincia dai principii nutritivi delle piante, cioè dall'acqua, dall'acido carbonico e dall'ammoniaca (38) per salire fino ai principii più complessi del cervello.

Il prodotto ultimo dell'attività creatrice delle piante costituisce la prima sostanza alimentare del regno animale. Quanto alla sostanza delle cellule, delle membrane, dei nervi e del cervello, le piante non le producono. Chi stu-

pisce al vedere i vegetali formare i principii del sangue, non ha che a ricordarsi come l'adipe del bue trovisi bell'e formato nelle sementi del caccao, come l'adipe umano trovisi nell'olio d'olivo, come il butirro vaccino sia identico a quello di palma, come finalmente tutti i semi oleosi contengano adipe umano ed olio di pesce.

Digitized by Google

LETTERA VENTESIMA

Sviluppo dell'organismo degli animali. — Destinazione del butirro, e del latte. — Metamorfosi delle sostanze formate. — Alimenti dei carnivori. — Nutrimento del cavallo.

La mia ultima lettera vi diede, spero, bastevoli schiarimenti sul modo con cui crescono gli organi degli animali. Mi rimane ora a comunicarvi alcune particolarità relative all'ufficio delle sostanze non azotate, dello zuccaro, della fecola, della gomma, della pectina ecc., nell'economia animale.

La classe animale più numerosa, quella degli erbivori, non può vivere senza tali sostanze; e se questi animali non ne trovassero una certa quantità nei loro alimenti, le loro funzioni vitali si sospenderebbero prontamente; la stessa cosa deve dirsi quanto ai carnivori, nel primo periodo della loro esistenza, perchè allora il nutrimento di essi contiene sempre certi principii di cui l'organismo non ha più bisogno per la sua conservazione, sì tosto che sia perfettamente sviluppato.

Nella loro prima età i carnivori si nutrono evidentemente come gli erbivori; il loro incremento è subordinato all'ingestione di un liquido particolare, il *latte*, che si prepara nel corpo della madre. Il latte contiene un solo principio

Digitized by Google

azotato, il caseo o *caseina*; contiene inoltre una sostanza grassa, il *butirro*, ed una sostanza zuccherina, lo zuccaro di latte.

Il principio azotato del latte costituisce necessariamente la materia prima, di cui si formano il sangue del giovane animale, i suoi muscoli, il suo tessuto cellulare, i suoi nervi e le sue ossa, perchè nè il butirro, nè lo zuccaro di latte contengono azoto.

L'analisi chimica scoprì che la composizione della caseina è identica alla composizione della fibrina e dell' albumina, i due principii essenziali del sangue; dimostrò pure che le proprietà della caseina animale sono assolutamente eguali a quelle della caseina delle piante. Si può adunque dire che certe piante, come i piselli, le fave, le lenticchie, ingenerano lo stesso corpo che nasce dal sangue della madre e di cui si compone il sangue del giovane animale.

La caseina si distingue sovratutto dalla fibrina e dall'albumina per la sua grande solubilità e per la sua incoagulabilità sotto l'influenza del calore (39). Coll'ingerire della caseina l'individuo giovane non riceve propriamente che il sangue della sua madre: quando la caseina si trasforma in sangue, questo si effettua senza l'intervento di un terzo corpo e, reciprocamente, nulla si separa dai principii del sangue della madre, quando questo sangue si converte in caseina.

La caseina del latte contiene in chimica combinazione assai maggiori quantità di sostanza ossea che il sangue stesso; e questa sostanza ossea vi si trova allo stato di estrema soluzione, talmente che essa può facilmente trasportarsi in tutte le parti del corpo. Quindi è che, col mezzo del latte, l'animale giovane riceve ad un tempo tutti i principii organici e tutti i principii minerali che sono necessarii alla formazione del sangue e delle ossa.

Ma quali sono allora le funzioni della sostanza grassa del butirro e quelle dello zuccaro di latte? Perchè tali sostanze sono esse indispensabili all'economia animale?

Nè il butirro, nè lo zuccaro di latte contengono basi

fisse; non vi si trova nè calce, nè soda, nè potassa. Lo zuccaro di latte possiede una composizione intieramente simile a quella degli zuccari ordinarii, della gomma, della pectina ecc.; tali sostanze contengono carbonio, più gli elementi dell' acqua esattamente nelle proporzioni dell'acqua.

Le sostanze non azotate, di cui parliamo, aggiungono dunque alle sostanze azotate che producono il sangue una certa quantità di carbonio o di carbonio ed idrogeno, vale a dire un sopravanzo di elementi che non possono impiegarsi a formar sangue, poichè gli alimenti azotati contengono di già le proporzioni di carbonio necessarie alla produzione della fibrina o dell'albumina.

È chiaro che in un carnivoro adulto, il quale non cresce, nè diminuisce di peso, l'assimilazione degli alimenti, la mutazione dei tessuti e la consumazione dell' ossigeno devono serbare fra di loro un rapporto determinato. Il carbonio dell'acido carbonico esalato, il carbonio dell'orina, l'azoto dell'orina e l'idrogeno rigettato allo stato d' acqua e di ammoniaca, tutti questi elementi, presi insieme, dovono pesare altrettanto come il carbonio, l'azoto e l' idrogeno dei tessuti che subirono la mutazione; e questi tessuti, dopo di essere stati esattamente sostituiti dagli alimenti, devono a volta loro pesare altrettanto come il carbonio, l'azoto e l' idrogeno delle sostanze alimentari. Nel caso contrario, il peso dell'animale non potrebbe rimanere costante.

Ma per altra parte è noto che il peso del giovane carnivoro, i cui organi non siano ancora perfettamente sviluppati, non resta stazionario come il corpo dell' animale adulto, e che, al contrario, esso aumenta di giorno in giorno. Si può dunque supporre che in esso l'assimilazione è più intensa che la mutazione dei tessuti già formati, perchè se queste due funzioni fossero ugualmente intense, l'animale non potrebbe crescere di peso; ove perdesse più che non assimilasse, il suo peso dovrebbe anzi scemare.

Digitized by Google

L'animale giovane trova dunque nel latte i principii necessarii alla produzione del sangue; è il caseo che glieli somministra. La mutazione dei tessuti già formati si opera in esso come negli adulti, perchè separa bile ed orina; gli elementi dei tessuti mutati vengono eliminati nella forma d'orina, di acido carbonico e d'acqua; ma il butirro e lo zuccaro di latte che esso consuma spariscono ugualmente e non si possono ritrovare negli escrementi. Il butirro e lo zuccaro di latte vengono eliminati allo stato d' acqua e di acido carbonico, la loro trasformazione in combinazioni ossigenate, prova che l'animale assorbe assai più di ossigeno di quello che si richiederebbe per formare acqua ed acido carbonico coll' idrogeno e col carbonio dei tessuti mutati. In breve, le mutazioni che si compiono nell'animale giovane somministrano, in un dato tempo, assai meno di carbonio e d' idrogeno in una forma conveniente alla respirazione, di quello che si richiede perchè corrisponda alla quantità di ossigeno assorbito; se questo ossigeno e questo carbonio non fossero somministrati da altra sorgente, gli organi stessi finirebbero col soccombere all'azione dell'ossigeno. L'incremento progressivo dell' animale, il compiuto svolgimento de' suoi organi richiede dunque la presenza di certe sostanze, la cui azione nutritiva non consiste in altro fuorchè nel preservare dall'azione dell'ossigeno gli organi che devono formarsi, combinandosi elleno medesime coll'ossigeno stesso.

Ora si comprende il fine cui la natura si propone aggiungendo sostanze prive di azoto al nutrimento de' giovani mammiferi. Tali sostanze, che non servono alla sanguificazione, alla nutrizione propriamente detta, non sono adunque più necessarie all' animale, pervenuto che sia al suo perfetto sviluppo.

Da quanto precede, si scorge che la nutrizione dei carnivori si presenta sotto due forme particolari. L' una di queste forme osservasi anche negli erbivori e nei granivori. Infatti, questi animali, nel loro nutrimento, prendono costantemente sostanze che hanno una composizione uguale,

od almeno simile allo zuccaro di latte; i loro alimenti contengono sempre od *amido*, o *gomma*, o *zuccaro*. L'ufficio loro nel nutrimento degli erbivori s' intende facilmente; ove si consideri la tenue quantità di carbonio consumata da questi animali nei loro alimenti azotati, e che non è proporzionata all'enorme massa di ossigeno assorbita dalla economia.

Per fissare le idee prendiamo un esempio necessario. Un cavallo si conserva in uno stato di perfetta salute quando ogni giorno gli si somministrino 7 chilog. 1|2 di fieno, 2 chilog. 1|4 di biada a 2, 2 p. 100. Supponiamo trasformato in sangue tutto l' azoto degli alimenti; trasformato cioè in fibrina ed albumina; ciò fatto, ammettendo 80 p. c. d'acqua pel sangue, 4 chilogr. di sangue prodotti ogni giorno dal cavallo, non danno che 140 gram. d' azoto. Il peso del carbonio ingerito contemporaneamente all' azoto non ammonta che a 448 gramme.

Senz'altro calcolo si capisce come il volume dell'aria inspirata e dell'aria esalata nell'atto respiratorio debba essere più notabile nel cavallo che nell'uomo; quindi è che il cavallo deve consumare più di ossigeno, e rigettare più di carbonio che l' uomo. Infatti, un uomo adulto consuma giornalmente 444 gram. circa di carbonio, mentre, secondo gli sperimenti del sig. Businguult, un cavallo ne esala in uguale tempo sensibilmente 2450 gramme.

I principii azotati degli alimenti non offrono adunque al cavallo che un poco più del quinto del carbonio necessario al mantenimento della respirazione. Ma la sapienza del Creatore a tutti gli alimenti aggiunse gli altri quattro quinti nelle più svariate forme; all'insufficienza del carbonio degli alimenti azotati suppli, creando lo zuccaro, la fecola e molti altri principii alimentari privi di azoto.

Negli erbivori, i cui alimenti contengono una proporzione assai tenue di principii sanguificabili, la mutazione dei tessuti, cioè il loro rinnovamento, la loro riproduzione, è necessariamente meno rapida che nei carnivori; perchè, se tale funzione si compisse in quella classe di animali con

altrettanto di energia, è certo che la più ricca vegetazione non potrebbe bastare al loro nutrimento; così, lo zuccaro, la gomma, l'amido non sarebbero più necessari al mantenimento delle loro funzioni vitali, perchè allora gli stessi prodotti carbonati della nutrizione degli organi servirebbero alla respirazione.

Digitized by Google

LETTERA VENTESIMAPRIMA

Applicazione dei sovraesposti principii all'uomo. — Classificazione degli alimenti dell'uomo. — Uso della gelatina.

Permettetemi ora di applicare alla nostra propria specie i principii che formarono il subbietto delle mie lettere precedenti.

L'uomo carnivoro pel suo mantenimento richiede un immenso terreno; assai più esteso e vasto di quello che è necessario al leone od alla tigre, perchè l' uomo uccide quando gli si offre l'occasione, anche senza consumare la sua vittima.

Una nazione di cacciatori, confinata in uno spazio ristretto, non può moltiplicarsi, perchè toglie agli animali il carbonio necessario alla loro respirazione e questi non possono vivere in piccol numero sul medesimo terreno; gli animali prendono dalle piante i principii del loro sangue e dei loro organi; gli indiani cacciatori non consumano che questi principii senza in pari tempo prendere le sostanze non azotate che avevano mantenuto la respirazione durante la vita degli animali. Nell' uomo carnivoro è dunque il carbonio della carne, che deve sostituirsi al carbonio dell' amido e dello zuccaro: 7 chilogr. 1|2 di carne non contengono maggior quantità di carbonio, che 2 chilogr. d'amido.

Così, mentre il selvaggio, consumando un solo animale, ed un peso uguale di fecola, potrebbe vivere in buona salute per più giorni, non prendendo che nutrimento animale, dovrebbe consumare cinque animali per procurarsi il carbonio indispensabile alla respirazione.

È facile vedere lo stretto legame che unisce l'agricoltura coll'incremento della razza umana. Infatti, l'agricoltura non mira che a produrre entro il minimo spazio possibile un *maximum* di sostanze assimilabili.

I legumi ed i cereali ci somministrano, non soltanto l'amido, lo zuccaro e la gomma, vale a dire, il carbonio, che preserva l'organismo dall'azione dell'atmosfera, e produce così il calore indispensabile alla vita; ma inoltre, questi vegetali ci danno la fibrina, l'albumina e la caseina; sostanze dalle quali deriva il sangue, e per conseguenza derivano anche tutte le parti del nostro corpo. L'uomo carnivoro a guisa di ogni altro animale carnivoro, respira a spese delle sostanze prodotte dalla mutazione de' suoi organi. A guisa del leone, della tigre, della jena, che nelle gabbie muovonsi continuamente per accelerare le mutazioni dei loro tessuti, gli indiani selvaggi devono, per la medesima ragione, assoggettarsi ad ogni specie di fatica; essi impiegano adunque le loro forze unicamente per produrre sostanza atta a sostenere la respirazione.

L' incivilimento è l'arte di fare risparmio di forza. La scienza c'insegna varii mezzi di produrre con minore forza i maggiori effetti; essa c'insegna parimenti a trarre profitto dai mezzi per ricavarne un *maximum* di forza. Il difetto di civiltà, che distingue lo stato selvaggio, consiste adunque nell'inutile o non adatto impiego della forza, sì nell'agricoltura, nell'industria e nella scienza, che nell'economia politica.

Da quanto precede, risulta che le sostanze alimentari possono dividersi in due classi; in *alimenti azotati* ed in *alimenti non azotati*; la prima classe possiede sola la proprietà di convertirsi in sangue. Le sostanze alimentari atte alla sanguificazione danno origine ai principii componenti gli organi; gli altri servono, nello stato di salute, al man-

tenimento dell'atto respiratorio, cioè, alla produzione del calore animale.

Gli alimenti azotati verranno da noi indicati col mezzo di *alimenti plastici*, e le sostanze non azotate sotto il nome di *alimenti respiratorii*.

Gli alimenti plastici sono:

La fibrina vegetale;
L'albumina vegetale;
La caseina vegetale;
La carne ed il sangue degli animali.

Gli alimenti respiratorii comprendono:

Il grasso;
L'amido;
La gomma;
Gli zuccari;
La pectina;
La bassorina;
La birra;
Il vino, l'acquavite ecc.

Un fatto generale dimostrato dall'esperienza è questo, che tutti i principii nutritivi ed azotati delle piante hanno una composizione uguale a quella dei principii essenziali del sangue.

Nessun corpo azotato, la cui composizione differisca da quella dell'albumina, della fibrina e della caseina, è atto a mantenere la vita degli animali.

L'economia animale possiede senza dubbio la facoltà di preparare, col mezzo delle sostanze del sangue, la sostanza delle membrane e delle cellule, dei nervi e del cervello, i principii organici dei tendini, delle cartilagini e delle ossa; ma conviene che la sostanza stessa del sangue, fino a che prenda una data forma, si offra all'animale; nel caso contrario, la sanguificazione, e perciò la vita, si arrestano.

Questa verità spiega perchè i tessuti gelatinosi, la gela-

tina delle ossa e delle membrane, sono inette alla nutrizione, al mantenimento delle funzioni vitali, perchè la loro composizione differisce da quella della fibrina e dell' albumina del sangue; esse non contengono zolfo. Ciò prova dunque che gli organi, i quali preparano il sangue, non possedono la facoltà di determinare nella gelatina una mutazione molecolare, per cui si trasformi in albumina ed in fibrina.

L'economia animale non possiede la facoltà di scomporre la gelatina in modo da convertirla in fibrina, od in albumina, perchè, se avesse tale potere, non s' intenderebbe perchè nel corpo degli infelici, che soccombono all'inanizione, spariscano tutte le parti capaci di sciogliersi, mentre le cellule, i tendini, le membrane conservano intieramente la loro forma e le loro proprietà; tutti i membri del corpo conservano la coerenza che essi devono ai tessuti capaci di convertirsi in gelatina.

È noto che viene rigettata la sola parte calcare delle ossa ingerite dai cani, mentre la gelatina si assimila. La stassa cosa osservasi negli individui che prendono brodi, che comparativamente contengono maggiori quantità di gelatina: quest'ultima non si elimina nè per le orine nè per gli escrementi solidi; è chiaro adunque che essa prova nell'organismo una trasformazione particolare e che vi esercita un'azione determinata. Massima è la resistenza che la gelatina appone ai più forti agenti; è certo d'altronde che essa viene eliminata in forma diversa da quella, in cui fu introdotta.

Poichè ammettiamo senza difficoltà che l' albumina del sangue si trasforma in fibrina, che cioè una sostanza solubile e disciolta si converte in un altro principio organizzato al pari di lei, ma insolubile, ne nasce che dobbiamo anche ammettere che la gelatina, introdotta nell'organismo allo stato di soluzione, ridiviene membrana, cellula o principio organico delle ossa; che in una parola, essa serve a rinnovare i tessuti gelatinosi, i quali provarono qualche perdita. Come la riproduzione dei tessuti si modifica in tutta l'economia secondo lo stato di salute dell' in-

dividuo, è chiaro che la forza, la quale determina la trasformazione del sangue in membrane ed in cellule, deve diminuirsi allo stato di malattia, quand'anche la sanguificazione non sia perturbata; l'intensità della forza vitale, la sua facoltà di provocare trasformazioni, decresce necessariamente nel ventricolo dell'ammalato, non meno che nelle altre parti del suo corpo.

La medicina pratica infatti c'insegna che l'ingestione dei tessuti gelatinosi resi solubili, esercita una segnalata influenza sul ben essere del corpo; quando quei tessuti vengono amministrati in una forma adatta all'assimilazione, servono a fare risparmio della forza; e la loro azione salutare può paragonarsi a quella che viene esercitata sul ventricolo da un nutrimento convenevolmente apparecchiato.

La fragilità delle ossa che osservasi negli erbivori, evidentemente risulta da una certa debolezza degli organi destinati alla trasformazione dei principii del sangue in sostanza cellulare. Se prestiamo fede a parecchi medici che soggiornano in Oriente, le donne turche, mediante l'uso del riso, e col mezzo di clisteri di brodo, si procacciano tutte le condizioni necessarie alla produzione della sostanza cellulare e dell'adipe.

LETTERA VENTESIMASECONDA

Circolazione della materia nel regno vegetale ed animale. — L'Oceano. — L'agricoltura. — Ricomposizione dell'equilibrio nel suolo. — Cagioni dell'impoverimento del terreno. — La Virginia; l'Inghilterra. — Restituzione operata dalle ossa. — Non basta l'esperienza nell'agronomia; necessità dei principii scientifici. — Influenza dell'atmosfera. — Parti saline e terrose del suolo.

Mondi intieri di piante e d'animali si succedono nell'immenso, e tuttavia limitato spazio dei mari; ogni generazione animale toglie i suoi alimenti dalla vegetazione, e ripiglia, dopo morte, le forme primitive che giovano ad una nuova generazione di piante.

L'ossigeno che gli animali marini colla respirazione tolgono all'aria disciolta nell'acqua (quest'aria contiene da 32 a 33 centimetri d'ossigeno in volume, quando l'aria atmosferica non ne contiene che 21) le viene restituito dall'atto vitale delle piante marittime; esso si fissa sui prodotti della putrefazione dei cadaveri, ne trasforma il carbonio in acido carbonico, e l'idrogeno in acqua, mentre l'azoto prende la forma di ammoniaca.

V'ha dunque nel mare una rotazione continua, ristretta alle quantità di sostanze nutritive che esso contiene. Per le piante marittime non può essere questione di un nutrimento per mezzo dell'*humus*; come infatti una roccia nuda,

e la cui superficie non presenta alcun'alterazione, potrebbe nutrire un *fucus* gigantesco, che cresce all'altezza di 360 piedi (cook), di cui un solo individuo, colle sue foglie e col suo tronco, sostiene la vita di migliaia di animali? Tali piante non hanno bisogno fuorchè di un punto d'appoggio, per cui non possano cangiar di luogo o di oggetto, che compensi la scarsa loro densità; esse vivono in un mezzo che loro offre da ogni parte i necessari alimenti.

Il mare, infatti, non contiene soltanto l'acido carbonico e l'ammoniaca, ma ancora i fosfati ed i carbonati alcalini necessari allo svolgimento delle piante marittime. Questi sali si ritrovano nelle ceneri di tutte quelle piante.

Tutte le sperienze dimostrano come le condizioni che assicurano l'esistenza e l'incremento delle piante marittime siano identiche a quelle che riguardano le piante terrestri. Ma queste ultime non vivono, come le prime, in un solo mezzo che abbraccia tutti i loro elementi, e circonda tutti i loro organi; le piante terrestri stanno sotto la dipendenza di due mezzi, l' *atmosfera* ed il *suolo*, il quale contiene gli elementi cha mancano all'atmosfera.

Non si capisce veramente come siasi potuto per così lungo tempo contestare che gli elementi del suolo prendano parte alla prosperità dei vegetali e che siansi potute riguardare come accessorie le sostanze minerali, contenute nelle piante. Le stesse alternanti vicende di equilibrio rotto e ristabilito, si osservano alla superficie della terra come nel mare. L' esperienza dimostra, che l'accrescimento dei vegetali è attivato, quando loro si procurano certe sostanze primitivamente contenute nel suolo ed assorbite da essi: infatti, gli escrementi dell' uomo e degli animali, derivano dalle piante, e costituiscono appunto le sostanze che di bel nuovo acquistano, nell'organismo animale, o per la morte degli animali, la forma, che avevano di già posseduto come principii del suolo.

È noto, che l'atmosfera non contiene alcuna di quelle sostanze, e che perciò non può restituirle; è noto altresì, che, togliendole al suolo, si diminuisce il ricolto, mentre la loro presenza ne conserva ed accresce la fertilità.

Digitized by Google

Con tante prove che attestano l'origine costituente degli animali e delle piante, non meno che l'utilità degli alcali, dei fosfati e della calce, è forse possibile di rivocare ancora in dubbio la verità dei principii di agricoltura testè da noi esposti? Questi principii hanno in generale per base il ristabilimento di uno stato di equilibrio. Una contrada ricca e florida che esporti per secoli i prodotti del suolo, sotto forma di bestiami e di cereali, non potrebbe a lungo conservare la sua fertilità, laddove non ricevesse in cambio, per mezzo del commercio, sotto forma d'ingrasso, le sostanze prelevate dalle sue terre, e che l'atmosfera non può restituire.

Essa cadrà, tosto o tardi, in uno stato uguale a quello delle terre già così prospere della Virginia, dove non si possono più coltivare nè tabacco nè cereali.

Nelle grandi città d'Inghilterra, si consumano i prodotti dell'agricoltura del paese e dell'estero: ma non si restituiscono più alle terre i principii minerali indispensabili alle piante. Certi usi, proprii ai costumi inglesi, non vogliono che vi si raccolga quell'immensa quantità di fosfati, che ogni giorno si versano nelle acque per mezzo delle orine e degli escrementi solidi; tuttavia questi fosfati contenuti nel suolo in tenue quantità, forse sono le sostanze minerali di maggior momento. Infatti si videro terreni di certi paesi d'Inghilterra raddoppiare le loro messi, come per incanto, col solo spargervi il fosfato di calce delle ossa importate dal continente. Tale importazione si opera sovrattutto necessariamente a detrimento dei paesi dell'Alemagna che somministrano le ossa, perchè essa deve a poco a poco esaurire le proprie terre. Questa perdita di fosfati è altrettanto più notabile, che una sola libbra d'ossa contiene altrettanta quantità d'acido fosforico, quanto un quintale di grano.

Dal non conoscere la vera indole e le vere proprietà della materia, nacque che gli alchimisti credevano, svolgersi i metalli e particolarmente l'oro, da una specie di semente. Essi riguardavano i cristalli e le loro ramificazioni come le foglie ed i rami della pianta metallica e tutti i loro sforzi erano diretti verso la ricerca della semente e

della terra atta al suo sviluppo. In quel tempo, non si aveva quasi alcun'idea dell'atmosfera; s'ignorava intieramente l'azione della terra e dell'aria nell'economia delle piante e degli animali, talmente che si era naturalmente adottata l'esistenza di sementi metalliche, poichè si credeva di vedere le sementi delle piante produrre tronchi, foglie, fiori e non i semi, senza il concorso di alcun'altra sostanza.

La chimica moderna pervenne ad isolare gli elementi dell'acqua; col loro mezzo, esso ricompone l'acqua con tutte le proprietà che la distinguono; ma non per questo ne crea gli elementi, che essa non ottiene che col sussidio dell'acqua.

L'acqua ottenuta per sintesi non fu, sin dalle prime, che acqua. Molti de' nostri agronomi somigliano agli antichi alchimisti; perchè, come questi ultimi, essi cercano la pietra filosofale, la semente maravigliosa che possa centuplicare i raccolti, senza che il suolo, appena sufficiente alle piante che essi vi coltivano, riceva altre sostanze nutrienti.

Le nozioni scientifiche li preserverebbero certamente da tali idee superstiziose. Nei primi tempi della filosofia, dall'acqua si facevano derivare tutti gli esseri organizzati; poi dall'acqua e da certe parti dell'aria; ma oggidì si sa positivamente, che altre condizioni offerte dal suolo, sono ancora necessarie perchè le piante acquistino la facoltà di svilupparsi e di moltiplicarsi.

La quantità di sostanze nutritive contenute nell'atmosfera non oltrepassa un dato limite; tuttavia essa deve bastare alla vegetazione intiera del globo terrestre. Sotto i tropici, non meno che nelle altre contrade che offrono tutte le condizioni della fertilità, cioè l'umidità, un terreno appropriato, la luce ed una temperatura più elevata — la vegetazione è appena limitata dallo spazio; laddove, quando il suolo è insufficiente, perchè i vegetali vi allignino, gli avanzi delle morte generazioni, la corteccia, i tronchi degli alberi servono di terreno alle generazioni viventi. In tali contrade gli alimenti atmosferici non mancano adunque alle

piante, più di quello che manchino a' nostri climi. Tutte le piante, per effetto dei movimenti continui dell' atmosfera, ricevono la stessa quantità di sostanze nutritive gazose, necessarie al loro svolgimento; l'aria non ne contiene più sotto i tropici, che nelle zone fredde; e tuttavolta il potere produttivo di una uguale estensione di terreno sembra che sia assai diverso.

Ma, ove si paragoni colle nostre piante coltivate le piante dei tropici, la canna dello zuccaro, le palme cariche d'olio e di cera, si osserva, che queste contengono soltanto una scarsa proporzione dei principii necessarii alla formazione del sangue negli animali.

Un iugero intiero di tubercoli del pomo di terra, che nel Chili acquista l'altezza di un arbusto, appena basterebbe per mantenere per un giorno la vita di una famiglia irlandese (Darwin). E ciò perchè le piante le quali formano l'oggetto della nostra coltura, servono appunto alla produzione delle sostanze capaci di trasformarsi in sangue. In difetto degli elementi che la terra deve somministrare, affinchè queste sostanze si svolgano, si possono produrre legno, zuccaro, fecola; ma non si produrranno i principii atti a trasformarsi in sangue. Se in un certo spazio, si cerchi di produrre una quantità di sostanze alimentari, maggiore di quanto ne possano produrre le piante allo stato selvaggio e di quanto ne attingano dall'atmosfera e dal suolo, conviene loro offrire un'atmosfera artificiale ed aggiungere al suolo le sostanze minerali che gli mancano.

La proporzione degli alimenti necessarii allo sviluppo libero e perfetto delle diverse piante, varia estremamente. Poche sono le piante che allignano in arida sabbia, in un terreno, composto soltanto di sostanza calcare o sopra roccie intieramente nude: sono in gran parte piante vivaci che crescono molto lentamente, che vogliono soltanto una tenue quantità di sostanze minerali, che il suolo, isterile per altre specie, può loro offrire ampiamente. Le piante annue, quelle che vivono solo nell'estate, crescono in un intervallo assai meno lungo: esse perciò non fioriscono in un terreno

scarso di sostanze minerali. Gli alimenti, che loro offre l'atmosfera, ad essi non bastano per un così breve tempo: per conseguire il fine che uno si propone coltivando le piante annue, conviene formare nel suolo un'atmosfera artificiale di acido carbonico e di ammoniaca, ed offrire alle piante annue quell'eccesso di alimenti che mancano alle foglie, trasfondendolo per mezzo degli organi fissi al suolo.

Ma l'ammoniaca e l'acido carbonico non bastano per trasformare le parti vegetali in sostanze che nutrono gli animali; senz'alcali, non si forma albumina; senz'acido fosforico o sali terrosi non si produce fibrina, nè caseina vegetali. L'acido fosforico del fosfato di calce, che le piante legnose espellono in grande quantità, e che si trova nella loro corteccia, è indispensabile allo sviluppo del seme dei cereali e dei legumi.

Le piante sempre verdi, le grasse, le felci, i pini ecc. si comportano altrimenti. Essi assorbono continuamente per le foglie, nell'inverno, come nell'estate, il carbonio col mezzo dell'acido carbonico atmosferico che il suolo arido non può loro somministrare. Le loro foglie coriacee o carnose ritengono fortemente l'acqua, e ben poco ne perdono per la traspirazione rispetto agli altri vegetali.

Per altra parte, la proporzione delle sostanze minerali che queste piante vivaci tolgono dal suolo durante tutto l'anno, è anche assai più scarsa di quella p. e., cui un ugual peso di frumento assorbe in tre mesi.

Quando il suolo è privo di umidità, si osserva un fenomeno, che altra volta pareva inesplicabile, quando non si conosceva ancora l'azione delle sostanze minerali nella vegetazione. Si vedono vicine al suolo le foglie che furono prime a svolgersi, perdere la loro vitalità, senza che alcuna causa della terra agisca visibilmente sopra di loro. Nelle annate umide questo fenomeno non si osserva e nemmeno nei vegetali sempre verdi; ed è raro anche nelle piante, dotate di lunghe radici; nelle piante vivaci si osserva soltanto nell'autunno e nell'inverno.

La cagione di questo fenomeno è facile a capirsi. Le foglie, già intieramente formate, assorbono incessantemente l'acido carbonico e l'ammoniaca dell'aria; così che somministrano la sostanza necessaria alle nuove foglie, ai germogli; ma quest' operazione non potrebbe succedere senza il concorso degli alcali e delle altre sostanze minerali. Quando il suolo è umido, queste si portano costantemente sulla pianta, che allora conserva la sua verde freschezza. In caso che ciò non succeda per aridità, allora si opera un riparto nella pianta stessa. Le parti minerali, contenute nel sugo delle foglie, già sviluppate, vengono loro sottratte perchè servano all' incremento dei nuovi germogli; e, poichè è formato il seme, queste foglie si mortificano intieramente. Le foglie, così impallidite, non contengono più se non traccie di sali solubili, mentre i germogli ne sono stracarichi.

Per altra parte si osserva che quando un terreno riceve un ingrasso troppo abbondante e ricchissimo di parti minerali solubili, molte piante, quelle sovratutto che servono agli usi di cucina, espellono, alla superficie delle foglie, sali, onde le foglie stesse si coprono di una crosta bianca e feltracea. Le piante patiscono da tali trasudamenti; l'attività organica decresce nelle foglie; lo sviluppo si arresta, e la pianta finalmente perisce, quando tale stato si prolunghi. Questo stato si manifesta sovratutto nelle piante ricchissime di larghe foglie, per le quali possa traspirare molt' acqua.

I ravanelli, le zucche ed i piselli sono per l' ordinario travagliati dalla suddetta malattia, quando il suolo, dopo una grande aridità ed in tempo in cui la pianta non è ancora intieramente sviluppata, resti inzuppata da qualche forte acquazzone caduto dopo un tempo secco. Essendo allora attivata la traspirazione, la pianta assorbe per le radici, contemporaneamente coll'acqua, maggiore quantità di sali di quanto ne possa impiegare.

Questi sali si rendono efflorescenti alla superficie delle foglie e, quando siano erbacee e piene di sugo, agiscono come se fossero state innaffiate con una soluzione salina,

in cui la proporzione di sale fosse maggiore che non lo comporti l'organismo vegetale. Di due piante della medesima specie, quella che è più vicina al compiuto suo sviluppo sarà anche la più soggetta a quella malattia; se l'altra sia stata piantata più tardi o ritardato ne sia lo sviluppo, le stesse cagioni nocevoli alla prima potranno contribuire allo svolgimento della seconda.

Digitized by Google

LETTERA VENTESIMATERZA

L'agricoltura considerata come arte o come scienza. — Necessità delle nozioni chimiche per apprezzare i procedimenti agronomici.

In una delle precedenti lettere procurai di esporvi le mie opinioni sulla diversità degli alimenti e sull'officio loro nell'economia. La mia lettera d'oggi sarà impiegata all'esame di una quistione non meno importante; voglio parlare dei mezzi da adoperarsi per produrre, sovra una data superficie di terreno, un *maximum* di sostanze alimentari destinate agli animali ed all'uomo.

L'economia agricola è arte ad un tempo e scienza. Essa ha per base scientifica la conoscenza delle condizioni della vita dei vegetali, dell'origine dei loro elementi e delle sorgenti della loro alimentazione. Tale conoscenza conduce a regole precise per l'esercizio dell'arte, a principii che insegnano la necessità o l'opportunità delle operazioni meccaniche, per le quali l'agricoltore promuove lo svolgimento delle piante o le preserva da certi influssi perniciosi. Nessuna esperienza, fatta nell'esercizio di quest'arte, deve essere in contraddizione colle massime scientifiche, perchè queste non sono che il riassunto, l'espressione ragionata di tutte le osservazioni. Anche la teoria non deve trovarsi in

opposizione coll'esperienza, perchè la prima altro non fa che riferire una serie di fenomeni alle loro cause prime.

Un terreno, sul quale si coltivi per parecchi anni successivi la stessa pianta, diventa sterile dopo un triennio; un altro terreno, dopo sette anni; un terzo, dopo venti; un quarto, dopo cento anni soltanto. Uno di essi produce frumento, ma non fagiuoli; l'altro ravanelli, e non tabacco; il terzo fornisce abbondante messe di ravanelli, ma non trifoglio, ecc.

Quali sono le cagioni che spogliano così un terreno della sua fertilità rispetto ad una stessa pianta? Per qual ragione una specie vegetale vi prospera, mentre un'altra quari non vi alligna?

Ecco le quistioni che la scienza propone: quali mezzi conviene adoperare per conservare ad un campo la sua fertilità per una medesima pianta? Come renderlo fertile per due, per tre o per tutte le piante coltivate? Si è l'arte che pone queste ultime quistioni, ma da sè non può risolverle.

Quando l'agricoltore, non guidato da veri principii scientifici, istituisce esperienze per rendere le sue terre propizie ad una pianta che esse altrimenti non producono, egli non ha che una debole speranza di buon successo.

Migliaia d'agricoltori fanno simili saggi per tutti i versi; essi terminano coll'avere un certo numero di esperienze pratiche, le quali, riunite, costituiscono un metodo di coltura, per cui si ottiene, è vero, talvolta per una località lo scopo proposto, ma questo metodo è di già in fallo al vicino più prossimo, e non offre alcun vantaggio per altre contrade.

Quale prodigiosa quantità di tempo e di danaro va in questo modo perduta, quando si trascuri la strada sicura della scienza! Dacchè si riconobbe la vera cagione del fallito successo di una o di parecchie piante in un terreno, è facile di apprezzare i rimedi che conviene impiegare per farvele prosperare. Da un paese all'altro variano i metodi di coltura, secondo la costituzione geologica del terreno: il basalto, il greuwacke, il porfido, la sostanza calcare, ec.,

in proporzioni varie, contengono un certo numero di combinazioni chimiche, le quali, essendo necessarie allo sviluppo delle piante, devono essere loro somministrate dal suolo: quest'ultimo è anche naturalmente diverso nella sua composizione, come le rocce stesse, per la disgregazione delle quali esso è formato.

Il frumento, il trifoglio, i ravanelli richiedono nel suolo alcune sostanze, col difetto delle quali essi non possono prosperare. La scienza insegna il modo di scoprire tali sostanze per l'esame delle ceneri vegetali; quando l'analisi di un terreno vi dimostra l'assenza di quelle sostanze, si conosce allora la cagione della sterilità del terreno, e si imparano nello stesso tempo le condizioni atte a rimediarvi.

La cieca abitudine attribuisce ogni successo nell'agricoltura alle operazioni meccaniche; essa vi annette la più grande importanza senza andar in cerca delle cagioni, per la cognizione delle quali si può render regolare l'impiego dei capitali e delle forze in modo vantaggioso ed economico. Certamente nessuno ammette che il contatto del vomere e dell'erpice renda, come per incanto, fertile il terreno: la divisione massima della terra e lo sminuzzamento del suolo operano efficacemente in una ben condotta coltivazione, ma l'operazione meccanica è un semplice mezzo per conseguire lo scopo.

Quando si lasciano riposare le terre in *maggese*, i principii dell'atmosfera esercitano incessantemente un'azione chimica sulle parti solide del terreno. L'acido carbonico, l'ossigeno dell'aria, l'umidità, le acque piovane, per cui certe parti delle rocce o dei loro avanzi che costituiscono la terra coltivabile, ricevono la proprietà di sciogliersi nell'acqua. Quelle parti, sciolte che siano, si separano dalle parti insolubili.

Tali chimiche azioni non si fanno che poco a poco; si richiede tempo perchè si compiano. Esse rendono certe parti del suolo atte all'assimilazione per opera delle piante; ed è appunto quest'effetto che si procura di ottenere col

mezzo di certe operazioni meccaniche. Queste ultime accelerano la disgregazione del suolo, talmente che si offrono ad altre generazioni di piante le sostanze minerali indispensabili al loro svolgimento, in uno stato che sia adatto all'assimilazione. Quest'effetto è naturalmente altrettanto più pronto quanto maggiore superficie offrono alle azioni chimiche i principii del suolo.

Quando il chimico vuole sciogliere un minerale, egli procede come l'agricoltore col suo terreno; egli è costretto ad attenersi a lunghe e faticose operazioni per ridurre il minerale in polvere sottile. Col mezzo di lavature egli separa accuratamente le più tenui particelle dalle parti grossolane; perchè egli sa che altrimenti il minerale non si scioglierebbe se non imperfettamente.

I fenomeni di disgregamento operati dall'atmosfera sulla superficie delle rocce, s'osservano benissimo nelle miniere d'oro di Yaquil nel Chilì, descritte in modo così interessante da Darwin. In mulini particolari si riducono in polvere i massi auriferi, e con lavature si separano le parti sassose più leggiere dalle metalliche. Una corrente d'acqua trasporta via le prime, e le particelle d'oro cadono in fondo.

Le acque fangose vengono condotte in istagni, dov'esse depositano a poco a poco il fango; quando gli stagni sono abbastanza colmi, se ne estrae il deposito per abbandonarlo in contatto dell'aria e dell'umidità. Dopo le lavature cui venne sottoposta la roccia, questa non può più contenere alcuna parte solubile o salina; ricoperta d'acqua in fondo degli stagni ed al riparo dell'aria, essa non soggiace ad alcuna alterazione. Ma poichè essa trovasi esposta simultaneamente all'azione dell'aria e dell'umidità, ricopresi di efflorescenze saline abbondantissime, indizio certo di potentissima reazione chimica.

Quando, passati due o tre anni di esposizione, quel deposito fangoso si è indurito, si sottopone lo stesso a nuove lavature, in modo da ottenere nuove quantità d'oro, più scarse, è vero, e che vennero poste a nudo per effetto di

quella reazione. Questa medesima reazione si opera nella terra dei nostri campi; ed essa è che si cerca di promuovere per mezzo delle varie operazioni della coltivazione. Si rinnovella la superficie del suolo, e si procura di porre ogni zolla di terreno in contatto coll'acido carbonico e coll'ossigeno. In questo modo si ottiene una provvisione di sostanze solubili che sono indispensabili allo sviluppo delle nuove generazioni.

Digitized by Google

LETTERA VENTESIMAQUARTA

Effetti del maggese. — Impiego della calce. — Effetti dell'argilla cotta, della marna.

L'ultima mia lettera vi somministrò, spero, alcuni schiarimenti sui principii generali che servono di base all'agricoltura: mi rimane ancora di richiamare la vostra attenzione su di alcuni fatti particolari che mi sembrano atti a dimostrarvi in modo evidentissimo l'intima connessione che stringe l'agricoltura alla chimica, e la necessità che hanno gli agricoltori di rendersi famigliari i principii di questa scienza.

Tutte le piante coltivate hanno bisogno d'alcali o di terre alcaline, ciascuna in una data proporzione. I cereali non prosperano se il suolo manca di silice allo stato di soluzione. I silicati che trovansi nella natura si distinguono essenzialmente per la loro maggiore o minore attitudine a disgregarsi, per la diversa resistenza opposta dalle loro parti al potere sciogliente degli agenti atmosferici. Il granito della Corsica si riduce in polvere quando il granito terso della Bergstrasse non perde ancora il suo splendore.

V'hanno terreni così ricchi di silicati facilmente disgregabili, che il silicato di potassa, necessario alle foglie ed ai tronchi di un'intiera messe di grano, diviene solubile

Digitized by Google

ed assimilabile nello spazio di uno o di due anni. Non è raro il trovare in Ungheria alcune località in cui, a ricordanza d'uomini, si vanno successivamente coltivando sovra gli stessi terreni frumento e tabacco senza restituire al suolo le sostanze minerali sottratte dalla paglia e dai semi. Per altra parte vi hanno anche terreni in cui la quantità di silicato di potassa necessario ad un solo raccolto di frumento non diventa solubile che dopo due o tre anni ed anche dopo un più lungo tempo.

La parola *maggese*, nel più ampio suo significato, vuol dunque dire quel periodo della coltura, in cui si lascia il suolo alle influenze atmosferiche, affinchè si arricchisca di certe sostanze solubili. In un senso più stretto, questa espressione si riferisce al tempo di quiete nella coltura dei cereali. Per queste piante infatti l'affluenza della silice solubile e degli alcali, è una delle principali condizioni della loro prosperità. Se, durante il maggese, si coltiva nello stesso terreno un altro vegetale, pel raccolto del quale non venga a togliersi della silice al suolo, questo conserva naturalmente la sua fertilità pel grano che vi si coltiverà in seguito.

Le precedenti considerazioni provano che lo sminuzzamento del suolo, col mezzo di operazioni meccaniche, offre il mezzo più semplice e meno costoso per rendere assimilabili i principii nutritivi contenuti nel suolo. A questo fine in Inghilterra si adopera la calce calcinata; questo mezzo è semplicissimo e perfettamente conforme all'intento. Tale efficacia della calce si spiega, ove si pensi alle operazioni eseguite dal chimico per disciogliere un minerale destinato all'analisi.

Il feldspath p. e., comecchè ben polverizzato, richiede settimane e mesi per disciogliersi in un acido; ma, mescolato con calce ed esposto a calor rosso debole, la calce si unisce a certe parti del feldspath. Una parte della potassa, contenuta in questo minerale, è posta in libertà, e basta allora versarvi un acido per disciogliere a freddo, non solo la calce, ma ancora le altre parti del feldspath.

L'acido assorbe così bene la silice, che il tutto si rapprende in trasparente gelatina.

La calce estinta si comporta in modo simile colla maggior parte dei silicati alcalini con base di allumina, quando essa trovasi per qualche tempo in contatto con loro. Quando, p. e., si agita latte di calce con argilla dilungata nell'acqua, la mescolanza si addensa sull'istante; abbandonandola poscia a se stessa, si rapprende in gelatina per l'aggiunta di un acido. Prima d'essere posta in contatto colla calce, non offre questa proprietà che debolmente. La calce, combinandosi con una parte dell'argilla, rende questa solubile e mette in libertà la maggior parte degli alcali contenuti nell'argilla. Queste belle osservazioni furono fatte per la prima volta dal signor Fuchs di Monaco: non solo esse contribuirono a rischiarare l'indole e le proprietà delle calci idrauliche, ma inoltre, spiegando l'azione della calce caustica sulla terra coltivabile, esse offrirono all'agricoltura un mezzo prezioso per rendere solubili gli alcali necessari allo sviluppo delle piante.

Quando si vedono nel mese d'ottobre terreni nelle contee di Jork e di Oxford, li si direbbero coperti di neve; tanto v'ha di calce estinta e disgregata, che, nei mesi umidi dell'inverno, esercita una felice influenza sull' argilla così compatta del terreno.

Secondo l'antica teoria sulla efficacia dell' *humus*, teoria ora abbandonata, bisognerebbe al contrario ammettere che la calce caustica nuoce al suolo, distruggendo le sostanze organiche, e rendendole inette a somministrare *humus* ad una nuova vegetazione. Ma, come dicemmo, la calce aumenta la fertilità del suolo. I cereali hanno bisogno d'alcali e di silicati solubili che sono resi assimilabili per la presenza della calce. Se il suolo contiene inoltre una sostanza organica in putrefazione, tale sostanza, somministrando acido carbonico alla pianta, seconderà la vegetazione, ma non è indispensabile. Se offronsi al suolo l'ammoniaca ed i fosfati alcalini, così necessarii ai cereali, si adempiono tutte le condizioni richieste per ottenere una

ricca messe, perchè l'atmosfera è un serbatoio di acido carbonico affatto inesauribile.

La fertilità dei terreni argillosi s'accresce anche in una maniera assai vantaggiosa, nelle località dove abbondano le torbiere, per la semplice calcinazione del terreno. Infatti i chimici osservarono che molti silicati con base di allumina, che allo stato naturale resistono all'azione degli acidi, acquistano una solubilità perfetta, se in sulle prime si scaldano sino all'incandescenza, oppure se si fanno fondere. A questi silicati spettano l'argilla plastica e le varie modificazioni dell'argilla della terra coltivabile.

Allo stato naturale questi silicati possono tenersi in ebollizione coll'acido solforico, concentrato per ore intere senza disciogliersi sensibilmente: ma ove siano leggermente cotte, queste argille si sciolgono nell'acido colla massima facilità ed allora la silice si separa in forma di gelatina.

L'argilla plastica ordinaria è propria ai terreni più sterili, quantunque la sua composizione offra tutte le condizioni necessarie allo sviluppo vigoroso di molte piante. Ma la presenza di questi principii non basta perchè sian loro giovevoli; bisogna che il suolo si renda accessibile all'aria, all'ossigeno, all'acido carbonico; conviene che i principii, ch'esso contiene, siano in uno stato che ne permetta l'assorbimento per le radici. Tali proprietà mancano intieramente all'argilla plastica, ma le acquista col mezzo di una leggiera calcinazione.

Le notabili differenze che si osservano fra l'argilla cotta e l'argilla non calcinata, sono sovratutto assai segnalate nelle località dove le case sono costruite di mattoni. Nelle città di Fiandra, dove lo sono quasi tutte, alla superficie dei muri si osservano efflorescenze saline, simili a feltro. Si tosto che le pioggie tolsero via quei sali, eccole ricomparire; e ciò si osserva anche su muri vecchi di più secoli; come, p. e., sulle porte di Lilla. Quelle efflorescenze sono composte di carbonato e di solfato a base alcalina; sali che, com'è ben noto, hanno un'azione importante nella vegetazione. L'influenza della calce sovra di esse è note-

vole; esse cominciano sempre a comparire sui punti di contatto. Tutte le condizioni necessarie alla soluzione dei silicati alcalini trovansi evidentemente riunite nelle mescolanze di argilla e di calce. La calce, solubile nell'acqua carica di acido carbonico, agisce sull'argilla come un latte di calce; ciò spiega il favorevole risultamento che si ottiene spargendo marna (così chiamansi tutte le argille ricche di calce) sovra la maggior parte dei terreni. V'ha dei terreni marnosi, la cui fertilità supera quella d'ogni altro, e ciò rispetto a tutte le specie di vegetali. La marna è ancor più efficace quando sia allo stato di cottura: lo stesso dicasi dei materiali che hanno una composizione simile: sovratutto dei calcari destinati alla preparazione delle calci idrauliche. Questi dànno al suolo non solamente le basi alcaline, ma ancora la silice, in uno stato ch'è adatto all'assimilazione.

In molte località, per emendare i terreni si usano le ceneri di ligniti e di carbon fossile.

Quelle terre che ammettono sovratutto quest'uso, hanno la proprietà di rappigliarsi in forma di gelatina, mescolate cogli acidi, o d'indurirsi dopo qualche tempo, come la calce idraulica, quando vengono mescolate con latte di calce.

Le operazioni meccaniche della coltivazione, il maggese, l'impiego della calce e la calcinazione dell'argilla concorrono adunque a provare la verità di un solo e medesimo principio scientifico. Questi sono mezzi atti ad accelerare la vegetazione dei silicati con base d'allumina e d'alcali, a somministrare certi principii nutritivi indispensabili alle nuove generazioni vegetali.

Digitized by Google

LETTERA VENTESIMAQUINTA

Natura ed effetti del concime. — Decomposizione delle sostanze vegetali. — Escrementi. — Efficacia degli escrementi dei diversi animali come concime.

Dopo di avervi esposto la mia opinione sull'ammendamento del suolo per mezzo dello sminuzzamento e per la aggiunta di sostanze minerali, mi rimane ancora a dirvi alcune parole sull'effetto degli escrementi degli animali; cioè dei concimi propriamente detti.

Per formarsi un'idea chiara dell'efficacia e del modo di agire dei concimi, anzi ogni cosa importa di ricordarsene l'origine. Tutti sanno che, allo stato di compiuta astinenza, il corpo di un animale decresce continuamente di peso; prolungandosi tale stato, la diminuzione del peso diviene anche sensibile nel dimagrimento del corpo; l'adipe, la carne muscolare sparisconо poco a poco. Quindi è che negli individui morti di fame non si trovano più che le membrane, i tendini e le ossa.

Tale dimagrimento di un animale, d'altronde in piena salute, dimostra che una parte delle sostanze dell'organismo soggiace, durante la vita, ad una trasformazione, e che queste sostanze lasciano lo stato di vita per essere eliminate, dopo più o meno intera trasformazione, dagli organi di secrezione, dalla pelle, dal polmone, dalla vescica.

L'eliminazione di queste parti viventi è in intima relazione col fenomeno della respirazione; essa è determinata dall'assorbimento dell'ossigeno dell'aria; il quale ossigeno si combina con alcune determinate parti del corpo. Ad ogni inspirazione, il sangue riceve una determinata quantità di ossigeno, che si unisce colle sue parti costituenti. Tuttavia, sebbene la quantità dell'ossigeno, così fissata, salga sino a 400, ed anche a 450 gramme, essa però non aumenta sensibilmente il peso del corpo, perchè tutto l'ossigeno che entra nell'economia per mezzo dei moti di inspirazione, si esala di bel nuovo nella forma di acido carbonico e di acqua: ogni moto respiratorio diminuisce la quantità di carbonio e d'idrogeno contenuti nel corpo.

Però, nel dimagrimento operato dalla fame, la diminuzione del peso del corpo proviene non solamente dall'eliminazione dell'idrogeno e del carbonio, ma ancor da quella delle altre sostanze combinate con questi due elementi. Lo azoto dei tessuti viventi, che provano tale trasformazione, si raccoglie ancora entro la vescica. Infatti l'orina contiene una sostanza molto azotata, l'*urea*: vi si trova inoltre, nella forma di solfati, lo zolfo dei tessuti; anche per mezzo dell'orina si vanno poco a poco eliminando tutti i sali solubili del sangue e degli altri liquidi dell'economia, il sale marino, i fosfati, la soda e la potassa.

In breve il carbonio e l'idrogeno del sangue, della fibra muscolare e di tutti i tessuti capaci di trasformarsi, se ne ritornano all'atmosfera; l'azoto e tutte le sostanze inorganiche e solubili ritornano alla terra nella forma di orina.

Più sopra noi abbiamo considerato le trasformazioni che incessantemente si operano nell'economia vivente allo stato di salute. È noto che una parte del corpo allora s'elimina in forma solida. Se il peso primitivo deve ristabilirsi, è chiaro che il corpo ha bisogno di ricevere sostanze d'onde possano formarsi il sangue e le sostanze eliminate. Tale restituzione si fa per mezzo degli alimenti.

Nell'uomo adulto, allo stato di salute, il peso del corpo non cresce nè diminuisce sensibilmente nello spazio di 24

ore; ma, nella giovine età, il peso cresce poco a poco, e nel vecchio va scemando.

Gli alimenti restituiscono dunque all'organismo le parti eliminate; restituiscono all'animale adulto tutta la quantità di carbonio, d'azoto, d'idrogeno e degli altri elementi rigettati dalla pelle, dal polmone e dalla vescica. Nella giovane età l'affluenza degli alimenti è maggiore, perchè una porzione delle sostanze alimentari resta nell'organismo; nella vecchiaia, al contrario, essa è minore della eliminazione; vale a dire, si elimina maggior copia di sostanze di quanto ne vengano ingerite.

Ne segue chiaramente, che l'orina e gli escrementi solidi dell'uomo rappresentano tutti gli elementi contenuti nelle sostanze alimentari, a eccezione di una data quantità d'idrogeno e di carbonio eliminati dal polmone.

Gli alimenti introducono azoto nell'organismo dell'adulto, non meno che in quello del fanciullo e del vecchio: questo azoto ogni giorno viene eliminato nella forma d'urea. Così anche nell'orina ritrovansi tutti gli alcali ingeriti dagli alimenti, non meno che i fosfati e i solfati solubili. Gli escrementi solidi contengono molte sostanze che non provarono verun cangiamento per parte degli organi di nutrizione, le sostanze indigeribili, come il principio legnoso, la clorofilla, la cera, che si rigettano dopo essere state più o meno modificate.

La fisiologia c'insegna che per mezzo del sangue si compiono la nutrizione nell'animale, la riparazione delle sostanze eliminate, e l'accrescimento della massa. La digestione tende a trasformare in sangue le sostanze alimentari, di assorbire tutte le materie sanguificabili; e siccome le sole sostanze azotate sono atte a provare tale trasformazione, così possiamo dire che essa ha per effetto d'estrarre continuamente l'azoto contenuto negli alimenti che passano per le intestina.

Gli escrementi solidi devono evidentemente essere privati di azoto; o piuttosto essi non possono contenere che l'azoto contenuto nelle secrezioni intestinali, per mezzo delle quali si effettua l'evacuazione delle materie escrementizie.

Cogli escrementi solidi vengono anche rigettati il fosfato di calce e il fosfato di magnesia contenuti negli alimenti, e non impiegati dall'organismo; sono sali che non si disciolgono nell'acqua, cioè, nell'orina.

Facile è l'intendere la natura chimica degli escrementi solidi, se, p. e., si paragonino le feccie d'un cane col suo nutrimento. Il cane si ciba della carne e delle ossa; tanto nella carne che nelle ossa esistono sostanze azotate; tuttavia gli escrementi, bianchi ed umidi alla loro uscita dal corpo, si disseccano all'aria in una polvere, che, oltre il fosfato calcare delle ossa, contiene appena una centesima parte di altra sostanza estranea.

L'orina e gli escrementi solidi dell'uomo e degli animali ci somministrano adunque tutto l'azoto, non meno che le sostanze minerali, solubili ed insolubili, contenute primitivamente negli alimenti: e siccome tali sostanze traggono la loro origine dalla terra dei nostri campi, ne segue chiaramente che l'orina e le feccie rappresentano le parti che vennero sottratte alla terra nella forma di semi, radici, foglie.

Una parte dei ricolti s'impiega al nutrimento ed all'ingrasso dei bestiami che gli uomini consumano; un'altra parte viene impiegata direttamente nella forma di farina, di pomi di terra, di legumi; una terza componesi d'avanzi vegetali non consumati, e che s'adoprano in forma di paglia, ecc.

È chiaro adunque, che tutti i principii minerali che insieme cogli animali si esportano, i grani o gli altri prodotti agricoli possono riacquistarsi dagli escrementi solidi e liquidi, dalle ossa del sangue degli animali uccisi; da noi dunque soltanto dipende il ristabilire l'equilibrio nella composizione delle nostre terre, raccogliendo accuratamente tutti questi oggetti.

È certo che si potrebbe fare senza escrementi animali, ove si fosse in grado di ricavare da altre sorgenti le sostanze per cui appunto sono efficaci gli escrementi nella agricoltura.

Poco importa che si offra ai campi l'ammoniaca in forma

d'orina, od il fosfato di calce in quella di sostanza ossea, oppure vengano loro somministrati questi medesimi principii sotto qualunque altra forma.

L'essenziale in agricoltura sta in ciò, che in qualunque modo si restituiscano le sostanze che l'atmosfera non può somministrare. Quando tale restituzione non è perfetta, allora diminuisce la fertilità delle terre; cresce, al contrario, quando le terre ne ricevono più che non ne venne sottratto.

L'importazione dell'orina o degli escrementi solidi equivale a quella del fromento o dei bestiami, perchè tali sostanze, in un intervallo di tempo che si può anticipatamente calcolare, acquistano la forma del fromento, della carne e delle ossa; passano nel corpo dell'uomo, e giornalmente vengono eliminate nella forma che prima possedevano.

La sola perdita reale, a cui i nostri costumi non possono opporsi, è quella del fosfato delle ossa, portato dall'uomo nella tomba. Ogni parte dell'immensa quantità di nutrimento, che l'uomo riceve nello spazio di 60 anni, e che proviene dalle nostre terre, può esservi ricondotto. Solo nelle ossa o nel sangue dell'uomo giovane, o dell'animale sottoposto all'ingrassamento, rimane una certa quantità di fosfato di calce e di fosfato alcalino; ad eccezione di questa ultima quantità, tenuissima a confronto di quella che tutti i giorni si consuma, tutti i soli alcalini, tutti i fosfati, tutti i principii minerali degli alimenti che l'uomo consuma, si ritrovano negli escrementi liquidi e solidi.

Si possono facilmente determinare la quantità e la composizione di questi escrementi senza farne l'analisi. Poichè ad un cavallo si amministrano giornalmente 2,25 chilogr. d'avena, 7,5 di fieno, e poichè l'avena offre 4 0|0, ed il fieno 5 0|0 di ceneri, si può dedurre che gli escrementi, forniti ogni giorno dal cavallo, contengono 450 grammi di sostanze minerali provenienti dai campi.

L'analisi delle ceneri dell'avena e del fieno indica esattamente quale sia la proporzione di silice, di alcali e di fosfati che vi si contengono.

La natura dei principii minerali varia necessariamente negli escrementi col variare del nutrimento.

Quando ad una vacca si diano bietole e pomi di terra, senza fieno nè paglia d'orzo, le sue feccie non contengono silice, ma vi avrà fosfato di calce e di magnesia; l'orina conterrà carbonato di potassa e di soda, oltre alle combinazioni di queste basi con acidi inorganici.

Se il foraggio e gli altri alimenti (pane, farina, semi di ogni specie, carne) producono una cenere che contenga fosfati solubili, l'animale, nutrito con questi alimenti, espellerà un'orina che contiene fosfati alcalini.

Se la cenere degli alimenti (fieno, pomi di terra, ecc.) non cede all'acqua punto di fosfato alcalino; se essa non contiene che fosfati insolubili, allora l'orina sarà scevra di fosfato alcalino, ed i fosfati insolubili si ritroveranno negli escrementi solidi.

L'orina dell'uomo, dei carnivori e dei granivori contiene fosfati alcalini; ma l'orina degli erbivori è priva di questi sali.

L'analisi degli escrementi dell'uomo e degli uccelli piscivori, del guano, e degli escrementi del cavallo e della vacca, offre a questo riguardo bastevoli schiarimenti.

Spargendo sui terreni l'orina e le feccie dell'uomo e degli animali, vi si riconducono dunque le ceneri delle piante che ad essi avevano servito di nutrimento.

Queste ceneri sono composte di sali solubili e di sali insolubili, che, indispensabili allo sviluppo delle piante coltivate, devono somministrarsi dal suolo.

Per conseguenza, si ristabilisce l'equilibrio primitivo, spargendo gli escrementi sul terreno; con ciò si comunica a quest'ultimo la facoltà di offrire un nuovo ricolto d'alimenti.

Ora che noi sappiamo come i principii minerali degli alimenti passino nell'orina e nelle feccie dell'animale che se ne ciba, è facile l'estimare il valore dei varii ingrassi.

Gli escrementi liquidi e solidi di un animale hanno il più alto valore, come ingrasso, per le piante che servirono di nutrimento all'animale stesso; quelli dei maiali nudriti

con piselli e pomi di terra, servono di preferenza per concimare i piselli ed i pomi di terra.

Le vacche nutrite con fieno e bietole danno escrementi che contengono tutti i principii minerali dei graminacei e delle bietole.

Gli escrementi di piccione contengono le sostanze minerali dei grani; quelli dei conigli contengono i principii somministrati dal suolo alle piante erbacee ed ai legumi.

L'orina e gli escrementi solidi dell'uomo contengono in grande quantità i principii minerali di tutti i semi.

Digitized by Google

LETTERA VENTESIMASESTA

Sorgente del carbonio e dell'azoto nelle piante. — La quantità di carbonio somministrata dalle foreste e dai prati, che non ricevono sostanze minerali, prova che il carbonio proviene dall'atmosfera. — Rapporti fra i principii del suolo, il carbonio e l'azoto. — Azione dell'acido carbonico e dell'ammoniaca contenuti nel concime. — Necessità delle sostanze minerali nella produzione dei principii del sangue. — Necessità delle ricerche analitiche pei progressi dell'agricoltura.

Ora che conoscete le mie opinioni sull'impiego e sugli effetti dei diversi concimi, facilissimamente comprenderete le spiegazioni che mi restano a farvi sulle sorgenti da cui il regno vegetale attinge il carbonio e l'azoto.

Le esperienze fatte nella coltura dei boschi e dei prati provano che l'atmosfera contiene una inesauribile proporzione d'acido carbonico. Sovra eguali superficie d'un terreno, che contenga i principii minerali indispensabili alla vegetazione, e che non riceve ingrassi carbonati, si raccoglie, in forma di legno e di foraggio, una quantità di carbonio uguale, e spesso anche di più, a quella cui la terra coltivata produce in paglia, grani, radici.

La terra coltivata riceve manifestamente dall'atmosfera una quantità d'acido carbonico uguale a quella d'un bosco o di un prato; il carbonio di quest'acido viene assimilato

dalle piante coltivate, se il suolo offre le necessarie condizioni.

Se il terreno, in certe stagioni dell'anno, manca d'acqua, allora diventa non di rado affatto sterile per le piante, ad onta di qualunque affluenza dei principii nutritivi, perchè le sementi non possono germinare e svilupparsi senza una data quantità di umido.

Sembra sulle prime che l'effetto della pioggia torni assai più singolare e sorprendente di quello del concime; la sua influenza sui ricolti diviene notevolissima dopo qualche tempo, eppure i vegetali non ricevono da essa che piccolissima quantità d'acido carbonico e d'ammoniaca.

Senza dubbio, gli elementi dell'acqua prendono una parte diretta allo sviluppo delle piante; ma, per altra parte, l'acqua agisce anche come agente della vita organica.

Per essa è che le piante attraggono dal suolo gli alcali, le terre e i fosfati necessari alla formazione degli organi; se tali sostanze non possono loro offrirsi in proporzione adatta, le piante sono in ritardo nella loro vegetazione.

Sovra un terreno scarso di principii minerali, le piante coltivate non possono prosperare, quand'anche l'acqua vi sia abbondante.

La proporzione di carbonio somministrata da un prato, o da una uguale superficie di bosco, non dipende dalla presenza di un ingrasso carbonato, ma è subordinata a quella di certi principii minerali, che punto non contengono di carbonio, non meno che alle circostanze che determinano l'assorbimento di questi principii per parte dell'organizzazione vegetale.

Si può aumentare la rendita delle terre collo spargervi calce, cenere o marna; sostanze, cioè, che non possono cedere carbonio alle piante. Col provvedere il suolo di tali sostanze, si promove nelle piante l'aumento della lor massa, l'aumento del loro carbonio.

La sterilità delle terre non è adunque l'effetto della mancanza di acido carbonico o di humus, poichè si può accrescere l'esistenza del carbonio nelle piante col mezzo di sostanze che non ne contengono. L'oggetto principale

dell'agricoltura consiste nel giudizioso impiego dei mezzi atti a fissare sui vegetali quest'acido carbonico, ch'è così sparso nell'atmosfera; si è pei principii minerali del suolo che le piante possono appropriarsi quest'acido; ove tali principii ad esse manchino, il ricolto delle terre non potrebbe crescere ad onta d'ogni affluenza dell'acido carbonico o delle sostanze in putrefazione.

La proporzione d'acido carbonico che in un dato tempo può penetrar in una pianta, dipende dalla quantità d'acido carbonico che giunge in contatto cogli organi dell'assorbimento. Siccome la fissazione di quest'acido si opera per mezzo delle foglie, si può dire che l'assorbimento dell'acido carbonico è in ragione diretta della superficie delle foglie e della quantità d'acido carbonico contenuta nell'aria.

Due piante della medesima specie, e che offrano eguale superficie nelle loro foglie, a circostanze eguali, fisseranno la medesima quantità di carbonio.

In un'atmosfera che contenga una quantità d'acido carbonico due volte maggiore, queste piante assorbiranno, ad eguali circostanze, una quantità doppia d'acido carbonico.

Una pianta in cui la superficie delle foglie sia soltanto la metà di quella di un'altra pianta, assorbirà nel medesimo tempo altrettanto di carbonio che questa, qualora le si offra una quantità doppia d'acido carbonico.

Ciò spiega la favorevole influenza dell'humus e di tutte le sostanze organiche in putrefazione.

Se la giovine pianta è soltanto alimentata dall'aria, essa non assorbirà che una quantità di carbonio equivalente alla superficie delle sue foglie; ma se le radici, per effetto dell'humus, le offrano nello stesso intervallo tre volte più d'acido carbonico, è chiaro che questa pianta crescerà del quadruplo, trovandosi riunite tutte le condizioni necessarie all'assimilazione. Allora si formeranno le foglie in copia quattro volte maggiore, come pure i germogli e i tronchi; ed in tal modo il vegetale aumenterà le sue superficie di assorbimento, che si manterranno in attività in un tempo in cui non riceverà più carbonio fuorchè per le radici.

L'humus offre non soltanto alle piante coltivate una

sorgente d'acido carbonico, ma, accrescendo la massa vegetale, esso loro procura nello stesso tempo lo spazio necessario per porre in serbo i principii necessari allo sviluppo di nuove foglie o di nuovi tronchi.

Alla superficie di una giovine pianta traspira continuamente acqua. La quantità di quest'acqua dipende dalla temperatura e dall'estensione della superficie. Simili a trombe aspiranti, le radichette restituiscono l'acqua svaporata, e finchè il terreno è umido o penetrato di acqua, esse attirano adunque all'organismo vegetale i principii minerali sciolti nell'acqua.

L'evaporazione dell'acqua è naturalmente due volte maggiore in una pianta, le cui foglie abbiano una estensione due volte maggiore che quella di un'altra.

I sali e le altre sostanze minerali, che l'acqua avea introdotte nella pianta, vi rimangono nello stesso tempo che l'acqua stessa se ne sfugge di nuovo allo stato di vapore.

Così dunque una pianta, le cui foglie abbiano una superficie doppia, riceve una proporzione di sostanze minerali due volte maggiore di un'altra posta nelle medesime circostanze d'umidità e nello stesso terreno, ma le cui foglie non abbiano che una metà in estensione di quelle della prima pianta.

Lo sviluppo della seconda pianta può adunque sospendersi mentre che la prima continua ad accrescersi, ricevendo maggiore quantità delle sostanze minerali che concorrono all'assimilazione dei principii atmosferici.

Tanto nell'una che nell'altra pianta non può naturalmente formarsi che una quantità di semi corrispondenti alle sostanze minerali presenti. Quella che contiene maggior copia di fosfati o di sali terrosi, produrrà anche maggior quantità di semi che la pianta, la quale, nello stesso tempo, ne aveva assorbito una proporzione minore.

Negli estati caldi, quando il difetto d'umidità pone ostacolo all'affluenza dei principii minerali, si vede infatti che il vigore delle piante e lo sviluppo delle sementi sono in ragione diretta della proporzione delle sostanze minerali assorbite da esse nel periodo che precede il loro crescere.

Digitized by Google

Una sola e medesima terra in diverse annate somministra ricolti disuguali sì di grano che di paglia.

Tal fiata, la produzione della paglia è maggiore della metà, mentre quella del grano è uguale; tal'altra fiata, la paglia è la stessa, e maggiore del doppio la quantità del grano.

Se sulla medesima superficie si raccolgano grani in quantità due volte maggiore, si toglie con ciò al suolo una corrispondente quantità di principii del suolo; così anche, con un ricolto doppio di paglia, si sottrae una quantità doppia di sostanze minerali.

Nella prima annata, il frumento sale ad un metro, e somministra per ogni iugero 6000 chilogrammi di grano; nell'annata successiva, si fa più alto di qualche diametro, ma non produce che 400 chilogrammi di grano.

Questi prodotti, così diversi in tutte le circostanze, corrispondono ad un diverso assorbimento dei principii minerali, necessari alla formazione del grano e della paglia.

La paglia contiene e richiede fosfati; così pure il grano, ma in proporzione assai minore. Quando, per un tempo umido, l'affluenza dei fosfati non si effettua in proporzione uguale a quella degli alcali, della silice e dei solfati, si forma quantità maggiore di paglia e meno di grano, perchè allora una certa quantità di fosfati, che in altre condizioni avrebbero servito a formare grano, viene impiegata a produrre foglie e tronchi; il grano non si sviluppa intieramente, se i fosfati non vengono somministrati in abbondanza. Si potrebbe anche, coll'eliminazione di questi sali, far sì che la pianta salisse all'altezza di un metro, e fiorisse senza produrre grano.

Sovra un terreno grasso, ricco di principii necessari alla paglia, dopo una primavera umida, si raccoglie meno di grano che sovra un terreno magro, perchè in quest'ultimo l'affluenza delle sostanze minerali è in ugual tempo maggiore, e si opera in modo che conviene allo sviluppo di tutte le parti vegetali.

Quando le piante coltivate trovansi collocate in tutte le condizioni necessarie all'assimilazione degli alimenti at-

mosferici, l'effetto dell'humus sovra di esse consiste in un acceleramento del loro sviluppo; conviene guadagnar tempo. L'humus aumenta sempre il prodotto del carbonio, il quale, se vengano a mancare le condizioni indispensabili alla formazione di altre combinazioni, prende la forma della fecola, dello zuccaro, della gomma, o, in generale, delle sostanze che non contengono principii minerali.

In agricoltura il tempo deve sempre tenersi a calcolo, ed a questo riguardo convien dire che l'humus ha un'importanza tutta propria per la coltivazione dei legumi.

I cereali e le piante, di cui si mangiano le radici, negli avanzi della generazione precedente trovano una bastevole quantità di materie in putrefazione e d'acido carbonico, per svilupparsi rapidamente alla primavera, col mezzo delle sostanze minerali che esse trovano nel suolo. Tutta l'affluenza dell'acido carbonico, che non fosse in pari tempo accompagnata da novella provvigione di principii minerali, sarebbe assolutameute inutile.

Secondo gli agronomi più degni di fede, sovra un iugero di prato fertile si ricavano 1250 chilogr. di fieno. I prati offrono tale raccolto senza che vi si portino sostanze organiche, senza che vi si sparga un ingrasso carbonato o azotato.

Si può raddoppiare tale prodotto col mezzo di adatte irrigazioni, coll'impiego delle ceneri o del gesso. Ma ammettiamo che questi 1250 chilogrammi costituiscano il maximum di prodotto; tutto il carbonio e tutto l'azoto di questo fieno provengono evidentemente dall'atmosfera. Secondo il signor Boussingault, il fieno seccato a 100 contiene 45, 8 per 100 di carbonio (questo numero si accorda con quello che fu ottenuto nel mio laboratorio), ed un 1, 5 per 100 di azoto; il fieno seccato all'aria contiene inoltre 14 per 100 d'acqua, che si sprigiona a 108.

1250 Chilogrammi di fieno seccato all'aria corrispondono perciò a 1075 chilogrammi di fieno seccato a 100, in pari tempo che i 452 chilogrammi di carbonio, contenuto in questo fieno; si raccolsero adunque sul prato 161 chilogr. d'azoto.

Se ammettesi quest'azoto sia stato fissato dalla pianta sotto forma di ammoniaca, è chiaro che per 1820 chilog. d'acido carbonico (a 2, 7 p. 100 di carbonio), l'aria contiene almeno 19, 5 chilog. d'ammoniaca (a 82 p. 100 d'azoto); oppure, per 1000 chilogr. di acido carbonico, l'aria contiene 10, 7 chilog. d'ammoniaca; il che fa circa 1|100000 del peso dell'aria, o 1|800000 del suo volume (40).

Così, per 100 parti d'acido carbonico, che vengono assorbite dalla superficie delle foglie, le piante dei prati ricevono dall'aria alquanto più di una parte di ammoniaca.

Calcolando la quantità di azoto somministrata dalle diverse piante coltivate sovra eguali superficie di terreno, si ottengono i rapporti seguenti:

Per 100 chilog. di carbonio si ottengono:

Sovra un prato, chilogrammi d'azoto	32
Sulle terre coltivate con fromento .	21, 5
con avena . .	22, 3
con segala . .	15, 2
con pomi di terra	34, 1
con bietole . .	39, 1
con trifoglio .	44
con piselli . .	62.

Tali fatti conducono a molte conseguenze importantissime per l'agricoltura.

Si osserva infatti, che le quantità relative d'azoto e di carbonio, assorbite dalle piante, stanno in un determinato rapporto colla superficie delle foglie.

1. Le piante in cui l'azoto si concentra, per dir così, nei semi, i cereali, p. e., offrono minor quantità d'azoto che le piante leguminose, i piselli ed il trifoglio. 2. Il prodotto in azoto di un prato, che non riceve ingrasso azotato, è assai maggiore di quello che è somministrato da un campo di grano che sia stato concimato. 3. Il prodotto in azoto del trifoglio e dei piselli è assai maggiore che quello di un campo di pomi di terra o di bietole, che sia stato copiosamente concimato.

Il signor Boussingault nel suo podere di Bechelbrom, in Alsazia, raccolse in cinque anni, sotto forma di pomi di terra, di fromento, di trifoglio, di ravanelli e di avena . . . . . 8,383 carbonio e 250,7 azoto

Nei 5 anni seguenti	8,192	»	284,2	»
In una terza serie di 6 anni . . .	10,942	»	353,6	»
In 16 anni . . .	27,424	carbonio e	858,5	azoto

Cioè, in complesso, per 1000 carbonio 31,3 azoto. Ne segue che, ove sovra uno stesso terreno, tre volte più ricco di concime, si fossero assieme coltivati pomi di terra, fromento, ravanelli, piselli, trifoglio (piante che contengono potassa, calce e silice), nello spazio di sedici anni e per una data quantità di carbonio, si verrebbe a raccogliere una proporzione di azoto uguale a quella di un prato, che non abbia ricevuto ingrasso di sorta. Infatti, sovra un iugero di prato si raccoglie in piante a silice, a potassa ed a calce . . . . . 984 carbonio e 32,2 azoto

E sovra un iugero di terra coltivata, media di 16 anni	857	»	26,8	»

Se in queste valutazioni si facciano intervenire il carbonio e l'azoto dei pomi di terra e delle bietole, che vennero trascurate nell'estimazione del prodotto della terra coltivata, osservasi che, malgrado l'affluenza del concime azotato e carbonato, questa non produsse maggior quantità di carbonio e d'azoto che un'uguale estensione di prato, cui non siansi offerte che sostanze alimentari minerali (i principii del suolo).

In che adunque consiste allora il vero effetto del concime, cioè degli escrementi liquidi e solidi degli animali?

È chiaro che da secoli si toglie ai nostri terreni coltivati una certa quantità di principii minerali, che si esportano come cereali o come bestiami.

Il concime animale esercita un'azione evidentissima su questi terreni. Se non si fossero concimati durante i sedici anni, non vi si sarebbe raccolto che la metà od il terzo del carbonio o dell'azoto.

Ma, ad onta d'ogni affluenza del concime, questi terreni n l sesto anno in cui furono concimati, non divennero più ricchi di sostanze alimentari minerali di quanto lo fossero nel primo anno; due anni dopo di essere stati concimati, essi ne contenevano meno che un anno prima; e cinque anni dopo, essi erano talmente esauriti che, per ottenere un raccolto uguale a quello della prima annata, convenne ricondurre al suolo altrettanta quantità di sostanze minerali quanta ne venne tolta nelle cinque annate precedenti. Questa restituzione si operò evidentemente per mezzo del concime.

Spargendo concime su quei terreni, si fa dunque sì che essi non si impoveriscano più che il suolo di un prato, il quale offra 1250 chilogrammi di fieno. Col foraggio, i prati perdono ogni anno altrettanto di sostanze minerali, quanto le terre coltivate dai cereali; ed è certo che la fertilità dei prati dipende dalla restituzione di tali sostanze, siccome anche la fertilità delle terre coltivate è subordinata alla concimazione. Due prati d'uguale estensione, ma che contengano disuguali quantità di sostanze alimentari minerali, non hanno la stessa fertilità a circostanze uguali; quello che ne contiene di più somministrerà in egual tempo maggior quantità di fieno dell'altro. Ove non si restituiscano i principii tolti al prato, la fertilità di questo decresce necessariamente.

Al contrario, la fertilità si mantiene non solo col mezzo degli escrementi animali, solidi o liquidi, che vi si spargono, ma ancora col mezzo delle sostanze minerali che le piante legnose od altri vegetali somministrano all'incineramento.

Col mezzo delle *ceneri* adunque si può restituire la fertilità ai nostri prati. Ora, le ceneri costituiscono appunto le sostanze nutritive che il suolo offre ai vegetali. Spargendole sui prati si comunica alle piante, che vi crescono, la facoltà di condensare alla loro superficie il carbonio e l'azoto.

Non si dovranno adunque allo stesso modo riguardare gli escrementi animali, liquidi e solidi, *che altro non sono fuorchè le ceneri delle piante combuste nell'organismo animale?*

A condizioni fisiche uguali, la fertilità non sarebbe essa affatto indipendente dall'affluenza dell'ammoniaca? Se si spargessero sulle terre soltanto i sali dell'orina e la cenere degli escrementi solidi, allora i graminacei e i legumi non attingerebbero forse il carbonio e l'azoto da quella stessa sorgente da cui li attingono le piante de' nostri prati?

Parmi che su questo punto non può sussistere più alcun dubbio.

Nella Virginia, in un solo e medesimo terreno si raccolse per iugero, in forma di formento, un minimum di 11 chilogrammi d'azoto, il che in cento anni fa 1100 chilogrammi. Affinchè quest'azoto provenisse dalla terra, era necessario che ogni iugero ricevesse molti 100000 chilogrammi di escrementi animali.

In una precedente lettera ho digià segnalato questa circostanza che, sovra un solo e medesimo terreno, si raccoglie in Ungheria tabacco e grano senza portarvi azoto. Come può allora l'azoto provenire dal suolo?

Ogni anno il castagno, la quercia si coprono di foglie; le foglie, il sugo della pianta, le ghiande, le castagne, le noci di cocco, i frutti del pino, ecc., sono ricchi di azoto. Quest'elemento non proviene dal suolo; la mano dell'uomo non l'offre alle piante selvagge.

Sovra un iugero di gelsi noi raccogliamo, sotto forma di bachi da seta, l'azoto delle foglie di cui i bachi si nutrirono; essi ce ne danno una parte sotto forma di seta, che contiene più di 17 per 100 di azoto; ed ogni anno si rinnova questo raccolto, senza che noi portiamo sul suolo un concime azotato.

Dai fatti sovraccennati risulta chiaramente che quell'azoto non può essere somministrato fuorchè dall'atmosfera. Qualunque sia la forma sotto la quale vi si trovi contenuto, e quella sotto cui le piante l'assorbano, egli è fuor di dubbio che l'azoto delle piante selvagge trae la sua origine dall'aria atmosferica.

Le piante coltivate nelle terre della Virginia, o di Ungheria, non attingeranno forse il loro azoto alla stessa sorgente che le piante selvagge?

La presenza dell'azoto nel concime sarebbe essa senza effetto, o non produrrebbe anzi nelle nostre terre una quantità equivalente di principii sanguificabili?

Tali quistioni possono sciogliersi in modo decisivo per gli esperimenti del signor Boussingault, le quali, a questo riguardo, hanno un valore tanto maggiore in quanto che vennero instituite per tutt'altre mire.

Supponendo che il concime, che egli portò sulle terre, abbia offerto lo stesso stato in cui esso fu analizzato (dopo disseccamento a 110° nel vuoto), si trova che le stesse terre avrebbero ricevuto dal concime, in sedici anni, 650 chilogrammi d'azoto.

Ma quel concime non fu loro offerto allo stato secco; ma le terre lo ricevettero affatto inzuppato d'acqua, e si sa che tutto l'azoto contenuto negli escrementi animali, sotto forma di carbonato d'ammoniaca, sfugge pel disseccamento.

In quei 650 chilog. non si tenne a calcolo l'azoto che si era trasformato in carbonato d'ammoniaca per la putrefazione dell'orina. Ammettiamo che quest'azoto non sia che la metà della quantità contenuta negli escrementi disseccati, e noi avremo 975 chilog. d'azoto, portati sulle terre in 16 anni.

Ma in questi 16 anni, tanto in grani, paglia e radici, non si raccolsero che 758, 5 chilogrammi, cioè assai meno del concime impiegato. Quindi il signor Boussingault trasse questa conclusione erronea, che le leguminose avessero sole la facoltà di condensare l'azoto dell'aria, mentrechè converrebbe offrire un concime azotato alle graminacee e alle piante di cui mangiamo le radici.

Tuttavia un'uguale superficie di buon prato, anche non ricevendo azoto, produsse per ogni ettaro 1030 chilog. di quest'elemento.

Tutti sanno che in Egitto, dove il legno è così raro, gli escrementi disseccati degli animali formano il principale combustibile. Per lungo tempo l'Europa riceveva, sotto la forma di sale ammoniaco, l'azoto contenuto nella fuligine proveniente da questa combustione, finchè Gravenshort, nell'ultima metà del secolo scorso, scoprisse a Brunswick la fabbricazione del sale ammoniaco.

Le terre della vallata del Nilo non ricevevano alcun altro ingrasso animale, fuorchè le ceneri di questi escrementi; ciò non pertanto la loro fertilità, che rimonta ai tempi più remoti, è tuttora altrettanto mirabile quanto lo era per lo passato.

Il limaccio che ricopre quelle terre dopo lo straripamento del fiume loro offre, già da secoli, un suolo in cui trovansi le sostanze minerali sottratte dai ricolti; quel limaccio contiene una quantità d'azoto così scarsa come quella che è contenuta nel limo delle Alpi svizzere, con cui le nostre terre sono rese fertili.

Infatti, se l'azoto ne fosse l'agente efficace, quali immensi strati di sostanze animali o vegetali azotate dovrebbero esistere nelle montagne dell'Africa, ad altezze che oltrepassano il limite delle nevi, e dove, per mancanza di vegetazione, nessun animale trova più di che nutrirsi!

È noto che il cacio proviene dalle piante che servono di nutrimento alle vacche. Le piante dei prati di Olanda traggono quest'azoto dalla medesima origine onde lo traggono le nostre piante; esse l'attingono dall'aria. In Olanda le vacche lattifere restano giorno e notte al pascolo, così che tutti i sali contenuti nel foraggio rimangono sulle terre allo stato di orina o di escrementi solidi; non se n'esporta adunque, per mezzo del cacio, che una quantità comparativamente assai tenue.

Quindi è che lo stato di fertilità dei nostri prati varia così poco come quello delle nostre terre, in cui, per opera del concime, si viene a restituire la maggior parte delle sostanze minerali tolte al suolo dai ricolti.

Nei pascoli dell'Olanda queste sostanze restano adunque sul suolo; nelle nostre economie, noi le raccogliamo e le serbiamo per riportarle di quando in quando sulle terre.

L'azoto dell'orina e degli escrementi solidi delle vacche proviene dalle piante che crescono nei prati; queste piante l'avevano esse medesime attinto dall'atmosfera. Dalla stessa sorgente ancora deriva l'azoto di tutto il formaggio d'Olanda, di Svizzera e di altri paesi.

Da secoli i pascoli olandesi produssero milioni di quin-

tali di formaggio; ogni anno se ne esportano quantità prodigiose senza recar pregiudizio al prodotto dei prati, quantunque non potessero giammai ricevere maggior quantità d'azoto di quanto ne contenessero di già.

È ben certo perciò che il prodotto delle nostre terre in azoto non cresce in ragione della quantità di azoto che loro si offre per mezzo degli ingrassi; che le terre non si esauriscono per l'esportazione dei prodotti azotati, conciossiachè non sia punto il suolo, ma bensì l'atmosfera che somministra l'azoto ai vegetali; che la fertilità del suolo non cresce se vi si sparge semplicemente un ingrasso azotato, composto, p. e., di sali ammoniacali; e finalmente, che il prodotto delle terre cresce o diminuisce secondo la proporzione delle sostanze minerali che vi pervengono col mezzo degli ingrassi.

Nelle piante la formazione delle sostanze azotate, destinate a trasformarsi in sangue, è subordinata alla presenza di certe sostanze contenute nel suolo. Ove queste mancassero, allora, malgrado ogni affluenza dell'ammoniaca, punto d'azoto non verrebbe più assimilato.

L'ammoniaca contenuta negli escrementi animali non promove adunque la vegetazione, se non perchè essa vi si trova accompagnata con altre sostanze necessarie alla sua trasformazione in principii sanguificabili. Essa non si assimila adunque, se non quando alle terre vengano contemporaneamente offerte tali sostanze. Quando l'ammoniaca manchi, i vegetali attingono l'azoto dall'aria, che forma il serbatoio di tutte le combinazioni azotate, provenienti dalla putrefazione delle sostanze animali e vegetali.

L'ammoniaca promove e accelera il crescere delle piante nei terreni che offrono una perfetta riunione di tutte le condizioni necessarie alla sua assimilazione; ma essa è intieramente senza effetto sulla produzione dei principii sanguificabili, nei casi in cui tali condizioni sono escluse.

Si può concepire come si operi, senza il concorso dei principii del suolo, la formazione dell'asparagina, principio attivo degli sparagi e dell'altea; o la formazione dei principii azotati e solforati contenuti nel seme di senapa, ed

in altre piante crocifere; ma quand'anche le parti organiche del sangue potessero formarsi nei vegetali senza l'aiuto delle sostanze minerali (potassa, soda, fosfati), queste parti nondimeno sarebbero inutili agli animali che vivono a spese della vegetazione; perchè senza alcali o senza fosfati non si formerebbe nè sangue, nè latte, nè ossa, nè fibra muscolare.

Per mezzo dell'orina, del guano, e, in generale, degli escrementi animali, si offre alle piante non solamente ammoniaca, cioè l'azoto, ma nel medesimo tempo anche tutte le sostanze minerali, in proporzione esatta con quelle contenute nelle piante che avevano servito di nutrimento agli animali; vale a dire, nella proporzione che convenga ad una nuova generazione vegetale.

Si può dunque dedurre da quanto precede, che l'effetto dell'ammoniaca offerto alle piante come sorgente d'azoto, con mezzi artificiali, non meno che quello dell'humus, sorgente di acido carbonico, consiste solo nell'accelerare in un tempo determinato lo sviluppo delle piante coltivate. Portando tali materie sulle terre allo stato di escrementi, si aumenta la proporzione dei principii sanguificabili, ma tale effetto non è determinato esclusivamente dal carbonato e dal solfato d'ammoniaca.

Lo ripetiamo a fine di evitare ogni equivoco; le considerazioni precedenti non si trovano in contrasto cogli effetti dell'ammoniaca o dei sali ammoniacali offerti alle piante con mezzi artificiali. L'ammoniaca è sempre l'unica sorgente dell'azoto (41); la sua affluenza non è mai pregiudizievole, è anzi sempre utile, ed anche a certi fini indispensabile; ma l'agricoltore sappia inoltre che, per la maggior parte delle piante coltivate, è affatto superfluo di offrir loro l'ammoniaca, conciossiachè l'efficacia degl'ingrassi non corrisponda all'azoto che essi contengono; non conviene, come si suol fare in Francia ed Alemagna, apprezzare il valore degli ingrassi in ragione del loro azoto.

Analizzando esattamente le ceneri somministrate dalle piante coltivate in terreni diversi, si riesce a conoscere le sostanze minerali che vi sono indispensabili a ciascuno di

essi e quelle che non lo sono. In questo modo scopresi l'origine delle sostanze minerali tolte al suolo dai raccolti, ed allora potrà l'agricoltore, come in una bene ordinata fabbrica, tener libri per iscrivervi, a norma dei raccolti, la natura e la quantità esatta delle sostanze che egli deve portare su ciascuna delle sue terre per mantenerne la fertilità.

Questo genere di ricerche è un bisogno dell'età nostra; per gli sforzi riuniti dei chimici e degli agricoltori di tutti i paesi, in pochi anni si risolveranno queste importanti quistioni, e si preparerà all'arte agricola una base razionale ed inconcussa.

Digitized by Google

LETTERE SECONDE

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA PRIMA

Storia della Chimica. — Origine della Chimica moderna. — Scopo principale delle prime ricerche chimiche. — Primo periodo: Alchimia. — Pietra filosofale. — Cagioni della credenza alla trasmutazione dei metalli. — Utilità dell'alchimia per aver eccitato le menti alle ricerche. — Opinioni moderne. — Sulla possibilità di alcune importanti scoperte. — Secondo periodo: Chimica flogistica. — Coordinamento dei fatti secondo le analogie. — Terzo periodo: Chimica antiflogistica. — Uso delle misure e dei pesi nell'apprezzare i fenomeni.

Non è cosa facile il conoscere tutta l'estensione dello spazio ora occupato dalla scienza chimica, senza rivolgere indietro lo sguardo sui secoli passati. La storia di una scienza fa parte di quella dell'intelletto umano. Nessuna è poi più degna di attenzione e più ricca di utili insegnamenti, quanto la storia della chimica, per quello che riguarda la sua origine ed i suoi progressi. La generale opinione che la chimica sia una scienza nuova, è un errore cagionato da fortuite circostanze; ma in realtà, essa appartiene alle scienze più antiche.

Quell'impulso che sul finire del secolo passato spingeva pazzamente un popolo civilissimo ad abbattere i monumenti della sua gloria e delle proprie tradizioni storiche, ad erigere altari alla dea *Ragione*, e ad introdurre un nuovo ca-

lendario, diede pure origine alla strana cerimonia in cui la signora Lavoisier, abbigliata a foggia di sacerdotessa, consegnò alle fiamme sopra un altare il sistema del *flogisto*, mentre la musica suonava un *requiem*.

Fu un tempo in cui i chimici francesi si posero d'accordo nel mutare i nomi fino allora usati, non meno che le frasi che esprimevano i fenomeni ed i rapporti e le combinazioni chimiche; quindi nacque una nuova nomenclatura, che, ridotta a nuovo e perfezionato sistema, si cattivò ben tosto l'approvazione universale: d'onde è che derivò una manifesta grande lacuna fra l'antica e nuova chimica. Dimenticata rimase la prima origine di ogni importante scoperta e d'ogni particolare osservazione fatta in qualunque parte della terra fino ai tempi di Lavoisier; i nuovi nomi infransero ogni legame col passato; il presente nostro fondo di cognizioni sembra a molti soltanto un'eredità della scuola francese di quei tempi, e si crede che la storia della scienza chimica non ascenda più oltre. Questo è anche un errore.

Non altrimenti che nella storia dei popoli non si danno avvenimenti, i quali non siano la conseguenza di precedenti fatti, ugual cosa accade riguardo ai progressi delle scienze naturali. Siccome ogni fenomeno, nella natura organica od inorganica, presuppone le condizioni dell'esser suo, così nelle scienze naturali si progredisce col tesoro prima acquistato di verità, che sono fatti, o conseguenze di fatti.

Un nuovo sistema, una nuova teoria è sempre la conseguenza di osservazioni più o meno estese, e che contrastano col dominante insegnamento. Ai tempi di Lavoisier, i corpi ed i fenomeni, intorno ai quali egli s'è occupato, erano conosciuti; egli non iscoprì alcun corpo, alcuna qualità, alcun fenomeno nuovo; tutti i fatti da lui dimostrati erano conseguenze necessarie di lavori che avevano preceduto i suoi. Lavoisier ha il merito immortale d'aver dato al corpo della scienza un nuovo senso, e di aver riunito con acconci legami il tutto, le cui parti esistevano di già.

La chimica abbraccia gli effetti delle forze più occulte della natura, le quali non si manifestano punto a guisa di molte forze fisiche, come la luce, la gravità, con fatti che attraggono quotidianamente l'attenzione degli uomini; sono forze che non operano in lontananza, ed i cui fenomeni non si manifestano se non coll'immediato contatto di sostanze dissimili.

Vi vollero dei secoli per formare tutto quel mondo di fatti di cui si componeva la chimica ai tempi di Lavoisier. Innumerevoli osservazioni doveano essersi fatte prima che si fosse in grado di poter spiegare il più patente fenomeno della chimica, la combustione d'una candela; prima che si scoprissero le nascoste fila che collegano insieme, come effetti d'una medesima causa, l'irrugginire del ferro all'aria, l'imbiancarsi dei colori, il processo della respirazione negli animali.

Per ottenere l'acquisto delle chimiche cognizioni che presentemente possediamo, fu mestieri che migliaia d'uomini, forniti di tutte le nozioni dei tempi loro, pieni di una indomabile passione veemente e quasi furente, impiegassero la loro vita, i loro beni e tutte le loro forze a smovere la terra per ogni verso; era necessario che essi incessantemente, e senza stancarsi mai, mettessero in mille e diverse guise in contatto gli uni cogli altri tutt'i corpi, tutte le sostanze organiche e inorganiche; era d'uopo che ciò si facesse per quindici secoli. Una potente, irresistibile spinta moveva gli uomini ad intraprendere con tanta pazienza e costanza, di cui la storia non offre esempio, fatiche non atte a soddisfare ad alcuna attuale necessità. Era amore della felicità terrena.

Per una strana combinazione di cose, gli uomini più saggi e più sperimentati vennero nel pensiero che in seno alla terra stasse nascosta una sostanza, la cui scoperta avrebbe procurato all'uomo l'acquisto di tutte quelle cose alle quali si suole aspirare con tutta l'ardenza della più squisita sensualità: *oro, sanità e lunga vita.* « L'oro dà la potenza, senza la sanità non v'ha godimento al mondo, e il lungo vivere tien luogo dell'immortalità » (Goethe).

Credevano di trovare queste tre supreme condizioni della terrestre felicità riunite nella pietra filosofale; la ricerca della terra verginale, del mezzo di scoprire la misteriosa sostanza, che nelle mani dei saggi mutava ogni metallo ignobile in oro, il quale, come più tardi si credeva, nella sua più alta perfezione, adoperato come rimedio, guariva tutti i mali, ringiovaniva i corpi, e prolungava la vita, fu per più di mille anni il precipuo ed unico fine di tutti i lavori chimici.

Per comprendere ed estimar convenientemente l'indole dell'alchimia, bisogna ricordarsi che fino al XVI secolo la terra era tenuta come il centro dell'universo; la vita ed il destino degli uomini si riguardavano come strettamente collegati al movimento degli astri. Il mondo era un gran tutto, un organismo, le cui membra esercitavano reciprocamente una non interrotta azione, le une sulle altre: « Da tutti i punti del cielo irraggiano verso la terra le forze motrici, e danno moto a quanto è sulla terra » diceva Roggero Bacone; « V'ha forse, dice Paracelso, chi si ciba di un tozzo di pane senza gustare nello stesso tempo il cielo, la terra e gli astri, in quanto che il cielo, per mezzo della fecondante pioggia, la terra pel suolo, ed il sole pe' suoi raggi lucidi e caloriferi, cooperarono alla produzione di quel tozzo di pane, sì che il tutto sta presente in ogni singolo oggetto? »

Quello che succedeva sulla terra era notato in cielo; dalle stelle, quello che stava scritto in cielo dovea necessariameete succedere in terra: Marte, Venere e qualche altro pianeta reggevano gli eventi e la sorte d'ogni uomo fin dalla nascita: le comete, che senza regola apparivano, erano riguardate come segni minacciosi, presaghi di disastri e di sventure ad intere popolazioni.

Lo studio e la contemplazione della natura e delle sue forze, comprendeva la scienza della magia; congiunta colla medicina, essa era tenuta come scienza occulta. Nei fenomeni della vita organica, nei grandi effetti della natura, nel tuono e nel fulmine, nella procella e nella grandine si scorgeva l'opera di spiriti invisibili: quello che un pensa-

tore collo studio acquistato aveva, era una proprietà, l'origine della quale, siccome ignota al volgo, era indizio di un patto con esseri soprannaturali; la sua dottrina era agli occhi del volgo una potenza colla quale dominava gli spiriti.

« I demoni, scrive Cesalpino, conoscono le cose col senso intimo senza aver bisogno di corpo alcuno, ma senza i mezzi comuni della natura non possono aver influenza sugli uomini. Quelli d'indole maligna producono incantesimi ed ogni sorta di disastri. » Durante quattro secoli la giurisprudenza sacrificò migliaia di vittime a questa credenza di commercio fra gli uomini e gli spiriti maligni: si credeva fermamente all'esistenza di convenzioni della più strana foggia, siccome quelle che nulla fruttavano a veruna delle parti; perchè gli sventurati, che avevano dato la loro anima al diavolo, traevano la massima parte della vita nella miseria e nella più squallida inopia, e non ricevevano quindi in compenso le gioie di questa terra, mentre la parte della loro felicità celeste, che essi avevano ceduto al diavolo, era per quest'ultimo senza valore alcuno.

Paragonata con tale grado di sviluppo dello spirito umano, l'alchimia andava innanzi alle altre scienze naturali, per quanto concerneva la cognizione della natura; la chimica d'allora fino al XV secolo, stette allo stesso grado e nel suo complesso non andava più in là dell'astronomia.

L'idea della pietra filosofale, qual mezzo di convertire in oro i metalli così detti ignobili, fu sovrattutto diffusa dall'Egitto per opera degli Arabi.

Gli Arabi, per la conquista dell'Egitto, vennero in possesso di cognizioni spettanti alle scienze naturali, che forse in origine erano come proprietà di una gelosa casta di sacerdoti, e che, insegnate nei templi a guisa di misteri, erano accessibili soltanto agli adepti. Avevano già Erodoto e Platone trovato in questo paese lezioni ed istruzione. Già novecento anni prima della conquista si era formato nell'Accademia d'Alessandria un punto centrale di operosità scientifica, ed al tempo ancora in cui fu arsa dagli Arabi la grande bi-

blioteca, Alessandria era la sede ed il principale rifugio della scienza greca.

In questo popolo, giovine ancora d' intelletto, ed in cui nè il fatalismo di Maometto, contrario affatto ai progressi della medicina, nè i precetti del suo codice religioso, i quali proscrivevano esplicitamente ogni indagine, non poterono impedire la coltura delle scienze, della medicina, dell'astronomia, della matematica; fra questo popolo le investigazioni dei dotti di Alessandria, intorno alla conversione dei metalli ignobili in oro, trovarono un terreno già preparato, propizio e fecondo.

Al tempo in cui Bagdad, Bassora e Damasco erano i punti centrali del commercio del mondo, niun popolo della terra fu più sollecito di lucro, più avido di danaro che gli Arabi. Nei loro racconti e nei loro proverbi ci vengono svelati i più cari voti di quel tempo e le cagioni impellenti dell'attività di quel popolo.

Infatti, mentre i Silfi, le Ondine, i Nani delle tradizioni germaniche sono distributori di spade, cui nessun nemico poteva resistere, o di balsami che sanavano ogni ferita, di bicchieri che mai non si vuotavano o di sempre allestite imbandigioni, gli spiriti invece delle *Mille ed una notte* sono sempre i custodi d' immensi tesori, di giardini dagli alberi d'oro e dai frutti di pietre preziose. La lampada maravigliosa del novelliere arabo, per la quale l'uomo poteva giungere al possedimento di quelle maraviglie, veniva manifestamente riguardata come qualche cosa di positivo, e tale da potersi ottenere, non altrimenti che le scope colle quali i maghi, parecchi secoli più tardi, andavano in giro a solennizzare con rabbiose danze il sabbato degli stregoni: la maravigliosa lampada in Egitto prese la forma della pietra filosofale.

Per mezzo delle università arabe, gli sforzi tendenti alla scoperta della pietra filosofale, e quindi l'acquisto delle nozioni chimiche e tutto quanto il magistero scientifico venne impartito all'Europa settentrionale ed occidentale.

A norma delle università di Cordova, Siviglia, Toledo, le quali fino dal secolo decimo erano visitate dai cultori

delle scienze, si instituirono quelle di Parigi, Salamanca, Padova, ecc.; e, conformemente allo stato di coltura di quei tempi, i sacerdoti cristiani divennero gli esclusivi possessori e propagatori delle indagini degli scienziati Arabi, e parecchi secoli ancora più tardi apparteneva tuttora all'alchimia quel tenebroso modo di spargere i lumi, divenuto proverbiale, come solevano gli arabi, non meno che quello stile mistico, immaginoso e frammisto ad idee religiose.

Dagli scritti di Geber, il Plinio del secolo ottavo, si ricava un complesso di chimiche esperienze, maraviglioso, avuto riguardo a quei tempi, e le teorie dei grandi esploratori della natura del XII secolo, Roggero Bacone ed Alberto di Wollstadt (Alberto Magno, vescovo di Ratisbona), per abbondanza di idee ed ampiezza di osservazioni, non trovano confronto che colle teoriche delle più recenti scuole di filosofia naturale.

Siccome noi oggidì ancora coordiniamo i corpi in tanti gruppi a norma della loro somiglianza, lo stesso accadeva appunto ai tempi di Geber. I metalli hanno comuni certe qualità fondamentali, così lo splendore metallico appartiene a tutti; ve ne ha di quelli che sono inalterabili al fuoco, ed erano i metalli così detti *nobili*; la maggior parte degli altri perdono al fuoco lo splendore e la duttilità, ed erano i metalli *imperfetti*, i così detti *mezzi metalli* (metalli *ignobili*).

Secondo lo splendore metallico potevansi allora la galena (solfuro di piombo), la pirite di ferro (bisolfuro di ferro) confondersi coi metalli; la galena si approssimava al piombo nel colore, come la pirite di ferro all'oro; da ambidue si sprigionava dello zolfo, e dalla prima di queste sostanze, senza mutazione del colore e dello splendore metallico, si otteneva del piombo duttile, fusibile: che cosa v'era di più naturale quanto il pensare che lo zolfo fosse una parte costituente dei metalli, alle cui proporzioni fossero collegate le proprietà dei medesimi? Col togliere dello zolfo, il solfuro di piombo fu cangiato in piombo; non aveva egli dunque sembianza di vero il credere che, qualora si fosse

riuscito a togliere un'altra quantità di zolfo, una ulteriore *nobilitazione* del piombo lo avrebbe convertito in argento?

La volatilità del mercurio era conosciuta: non era egli ovvio il pensare che la perdita delle proprietà metalliche per opera della calcinazione dei metalli imperfetti al fuoco, il loro irrugginirsi, dovesse essere attribuito ad una sottrazione del mercurio che se ne fuggì?

Oggidì ancora la volgare esperienza suppone in tutte le sostanze colorate una materia colorante, sì che il color rosso del rubino, il verde dello smeraldo, il turchino del zaffiro derivino dalle stesse cagioni onde nascono i colori delle stoffe colorate. Il ferro dolce può, frammisto con altro corpo, divenir duro; il ferro duro, in certa particolar guisa trattato, si ammollisce e si fa duttile. Il rame, ch'è rosso, trattato colla giallamina (carbonato di zinco) acquista un colore simile a quello dell'oro; lo stesso metallo, per mezzo dell'arsenico, diventa bianco a guisa dell'argento; l'oro, riscaldato unitamente al sale ammoniaco, acquista un colore rosso-giallo, e, unitamente al borace, impallidisce; i nostri ragazzi convertono tuttora (coll'inchiostro comune che contiene del vitriolo di rame) il ferro in rame, in quanto che il primo sparisce dagli occhi; dalla sabbia di alcuni fiumi si ricava dell'oro; si otteneva del ferro dall'argilla rossa arroventata con olio.

Per una mente ancora inesperta, qual cosa era più naturale quanto il credere che le proprietà dei metalli derivassero da certi elementi, e che colla sottrazione o coll'aggiunta di alcuni elementi il piombo ed il rame acquistar potessero le qualità dell'argento o dell'oro? Una tinta imperfetta procurava il colore, un'altra più compiuta dare poteva le altre proprietà che ancora mancavano.

Che gli antichi alchimisti scambiassero per metalli le combinazioni del zolfo dei metalli, niuno si maraviglierà se pensa che i chimici moderni per ben 26 anni presero un ossido (ossidulo di Urano) ed un composto di azoto, l'azoturo di Titano, per metalli semplici (42).

Esistono, dice Geber, incontestabilmente i mezzi di pro-

durre e convertire i metalli, e consistono in tre sorta di sostanze medicinali (*aus dreierlei medicinen*). Quelli di primo ordine sono i materiali grezzi, quali vengono soministrati dalla natura (minerali), quei del secondo ordine vengono già purgati col mezzo di procedimenti chimici; per ulteriore procedimento e purificazione si ottengono quelli del terzo ordine, e sono il *gran magistero*, la *tintura rossa*, il *grande elixir*, la *pietra filosofale*.

Era opinione universale che in tutti i metalli esistesse un principio che loro impartisse la qualità di metallo, la *metallità (metallität)*: questo principio è il *mercurio dei sapienti*: collo arricchire un metallo *ignobile* di questo principio, lo si nobilitava. Estraendo da qualche sostanza o metallo il principio metallico, aumentandone la forza col purificarlo, e ricavando in questa guisa la *quintessenza della metallità*, se ne ottiene, così si pensava, la pietra che cementata coi metalli imperfetti, immaturi (*unreife metalle*) li cangia in metalli *nobili*. L'azione della pietra filosofale veniva da molti riguardata come simile a quella di un fermento. « Il lievito non cangia forse il succo delle piante e l'acqua zuccherata, col mezzo di una trasposizione di molecole, in un'acqua che ringiovanisce e fortifica, nell'acqua della vita (*aqua vitae*), e non opera la separazione di ogni impurità? Il fermento non cangia forse la farina in pane nutritivo? » così scriveva Giorgio Rippel nel XV secolo.

Nella sua massima perfezione di panacea universale, bastava una parte di questa sostanza, al dire di Roggero Bacone, per convertire in oro un milione di parti, anzi, secondo Raimondo Lullo, mille bilioni di parti, di un metallo imperfetto. La sua efficacia, secondo Basilio Valentino, si estende a 70 parti, e secondo Gio. Price (ultimo fabbricatore d'oro del secolo XVIII), fra le 30 e 40 parti di metallo imperfetto.

Alla produzione della pietra filosofale conduceva anzitutto la materia greggia primitiva, la *terra d'Adamo*, la *terra verginale*, dovunque diffusa, ma la cui scoperta è subordinata a certe condizioni, note soltanto agli iniziati: quando si abbia questa terra, dice Isacco Holland, lo scoprire la

pietra filosofale non è più che lavoro di donna, un giuoco di ragazzi.

Dalla *materia prima*, *cruda*, *remota* il filosofo ottiene il mercurio dei sapienti (da non confondersi col mercurio comune), che è la quintessenza, la condizione della produzione di tutti i metalli; vi si aggiunge dell'*oro filosofico*, e la miscela si lascia in un fornello ovale: con ciò si ottiene un corpo nero, detto il *caput corvi*, che, dopo d'essere rimasto lungo tempo al calore, diventa bianco: questo è il *cigno bianco*. Col mezzo di un fuoco più forte e più prolungato, questo corpo si fa giallo, poi rosso brillante, e con ciò la grande operazione è compiuta.

Altre descrizioni esistono del metodo di preparare la pietra filosofale, le quali, per l'aggiunta delle foggie contemplative mistiche, sono ancora più oscure e misteriose. L'uso di apprezzare il tempo giusta la durata delle preghiere, invalso nei secoli X e XII, passò nei laboratorii degli alchimisti, e facilmente spiega come si venisse poco per volta derivando l'esito dell'operazione, in massima parte dall'efficacia della preghiera, la quale in origine doveva soltanto indicare la durata dell'operazione.

La conversione delle idee alchimistiche in concetti religiosi, nel secolo XVII era tanto inoltrata che per questi ultimi s'adoperavano espressioni tolte dall'alchimia. Presso i Cristiani delle sette mistiche (come, p. es., l'entusiasta Böhme, morto nel 1624), la pietra filosofale, anzichè una sostanza che convertiva i metalli in oro, significa la conversione dei peccatori; il fornello di terra, che nelle operazioni dell'alchimia si adoperava, era il corpo nostro fatto di terra; così il *leone verde* era il leone di Davide, ecc.

Prima dell'invenzione della stampa era facile tener secreto quanto un alchimista avesse scoperto; questi non faceva cambio delle sue esperienze fuorchè con quelle degli altri iniziati. I procedimenti chimici ch'essi pubblicavano erano chiari ed intelligibili, per quanto solamente non si riferivano all'effetto che costituiva lo scopo principale dei loro sforzi; ma i loro studi e le loro elucubrazioni sul *gran magistero*, essi non manifestavano che in simboli, ed espri-

mevano in una lingua inintelligibile quello che per loro stessi non era che una vaga supposizione.

Se v'ha qualche cosa che rechi sorpresa, questa è certamente che sia stata per tanti secoli riguardata come una verità, fuori d'ogni dubbio, l'esistenza della pietra filosofale, quantunque niuno mai l'avesse posseduta, ed ognuno pensava che un altro la possedesse.

Ma chi poteva muoverne dubbio, dopo che Vanhelmont ebbe narrato (1618) che più volte gli venne presentato un quarto di grano di questo corpo prezioso, col quale convertiva 8 oncie di mercurio in oro puro? Ed Helvetius, rinomato medico del principe d'Oranges, quantunque acerbo critico dell'alchimia, pure nello stesso suo *vitulus aureus quem mundus adorat et orat* (1667), non dice egli di avere avuto le più convincenti prove dell'esistenza della pietra filosofale? chè egli, lo scettico, ne aveva ricevuto da un estraneo un pezzetto del volume di un grano di seme di rapa, col quale egli, alla presenza di sua moglie e di suo figlio, cangiò in oro sei dramme di piombo, come fu verificato dal saggiatore all'Aia.

Ed il borgomastro, conte di Russ, alla presenza dell'imperatore Ferdinando II in Praga (1637 1657) non cangiò egli coll'aiuto di un grano di certa polvere rossa, da lui avuta da un tale Richtausen (il quale l'aveva ricevuto da un incognito), non cangiò, dico, due libbre e mezzo di mercurio in oro fino, col quale venne poi coniata una grande medaglia, sulla quale era rappresentato il Dio del sole (l'oro), che teneva il bastone col serpente di Mercurio (per dinotare l'origine di quell'oro dal mercurio), colla leggenda: DIVINA METAMORPHOSIS EXHIBITA PRAGAE XV JAN. AN. MDCXLVIII, IN PRAESENTIA SAC. CAES. MAJ. FERDINANDI TERTII, etc.

Anche il landgravio d'Assia, Ernesto Ludovigo, al dire degli alchimisti, avea da mano ignota ricevuto una tintura rossa e bianca con instanza di giovarsene: egli con questa ottenne dal piombo dell'oro, col quale fece coniare ducati; converti pure il piombo in argento, di cui formò talleri

del 1717, sui quali sta scritto: SIC DEO PLACUIT IN TRIBULATIONIBUS.

Si può appena muover dubbio che a questi amatori dell'alchimia negli accennati casi succedesse come al celebre e benemerito professore di teologia Gio. Sal-Semler d'Alla, (morto nel 1791), il quale, nel 1786, stava facendo indagini intorno ad una famosa panacea universale, che egli comprò da un certo bar. Hirsch, e che chiamavasi col nome di *sale aereo;* egli credeva d'aver scoperto che questo sale, umettato e tenuto al caldo, ingenerasse dell'oro. Nel 1787 egli mandò una parte di questo sale, coll'oro cresciutovi dentro, all'Accademia di Berlino. Klaproth, il quale prese ad esaminarlo, vi trovò del sale di Glauber, del sale d'Inghilterra e dell'oro in foglie di grande dimensione. Semler spedì a Klaproth anche del sale in cui non si era ancora ingenerato dell'oro, e un liquore che conteneva *seme d'oro* e produceva, al caldo, del *sale aereo:* si conobbe che l'oro vi si trovava già frammisto al sale.

Semler credeva alla produzione dell'oro, e scriveva nel 1788: « due vasi di vetro mi danno oro; ogni 5 o 6 giorni io ne ricavo dai 12 ai 15 grani; 2 o 3 grani spuntano di già, e l'oro intanto vi fiorisce sotto ». Un nuovo invio a Klaproth di foglie della dimensione di quattro a nove pollici quadrati, dimostrò che la pianta si era deteriorata, poichè fruttò dell'oro falso, del *tomback.* La cosa si spiegò facilmente, poichè il domestico di Semler, il quale custodiva quella specie di serra calda, soleva egli, per far cosa grata al suo padrone, porre dell'oro nei vetri; un giorno, essendo assente il servitore, se ne assunse l'incarico la moglie di lui, la quale pensò che il tomback costava meno, e che poteva ugualmente servire alla bisogna.

Nei secoli XIII, XIV e XV non era così agevole, come ai tempi di Semler, il distinguer l'oro e l'argento dai composti che hanno la sembianza di questi metalli. Le solenni imposture praticate dai fabbricatori d'oro non valsero a diminuire la fede nell'efficacia della conversione dei metalli; Enrico VI d'Inghilterra (1423) in quattro successivi

decreti richiese a tutti i nobili, dottori, professori ed ecclesiastici di applicarsi a quest'arte con tutte le loro forze, per riuscire con questo a pagare i debiti dello Stato. Sovratutto gli ecclesiastici, pensava il re, dovevano attendere alla ricerca della pietra filosofale; poichè essi, i quali convertono ogni giorno il pane ed il vino nel corpo e nel sangue di Cristo, facilmente potranno, coll'aiuto di Dio, operare la mutazione dei metalli ignobili in oro.

Quale esito avessero questi decreti, si può dedurre da questo fatto, che il Parlamento di Scozia ordinò che in tutti i porti del regno s'invigilasse accuratamente affinchè non s'introducesse dell'oro falso, ed esistono ancora in Birmingham parecchi successori di questi fabbricatori d'oro.

Nel secolo XVI si trovavano alchimisti in tutte le corti dei principi; l'imperatore Rodolfo II e Federico Palatino erano rinomati cultori dell'alchimia. Gli uomini di tutte le condizioni cercavano il modo di fare oro, e si sforzavano di giungere al possedimento del gran segreto. Non altrimenti che ne' tempi nostri, principi, persone private e associazioni impiegano grandi somme di danaro in imprese di lavori metallurgici, nelle ricerche di miniere, di carbon fossile o di giaciture saline, lo stesso nei secoli XVI e XVII accadeva riguardo alla ricerca della pietra filosofale.

Una folla di avventurieri ambivano la fortuna di essere accolti nelle Corti dei potenti come *adepti*, ossia possessori del segreto: ma era questo un giuoco pericoloso: che coloro ai quali era riuscito in una Corte a passare per adepti in seguito a qualche ben condotta operazione per la conversione dei metalli, e che ne avevano ricevuto onore e premio, non di rado la sbagliavano alla corte di qualche altro principe, e finivano regolarmente coll'essere appiccati ad una forca indorata con orpello, abbigliati con una veste ricamata pure con oro falso: altri, che non si fossero potuti convincere d'impostura, nelle mani di cupidi principi, espiavano colla prigione e colle torture l'onore d'essere possessori della pietra filosofale. Tal crudele esperimento contro di questi valeva come il più efficace argomento della verità di quest'arte.

Bacone da Verulamio, Lutero, Benedetto Spinosa, Leibnitz credevano alla pietra filosofale e nella possibilità di convertire i metalli, e parecchie decisioni di facoltà legali dimostrano come si erano radicate ed estese le idee di quei tempi. La facoltà legale di Lipsia, nel 1580, nel suo giudizio contro Davide Benther, dichiarò quest'ultimo convinto d'essere conoscitore della pietra filosofale; e nell'anno 1725 la stessa facoltà, nella causa della contessa Anna Sofia di Erbach contro suo marito, il conte Federico Carlo, emanò un suo parere; la contessa, cioè, aveva nel suo castello di Frankstein dato ricetto ad un fuggiasco inseguito come ladro di boschi, e questi, che era un adepto, per riconoscenza cangiò in oro tutto il vasellame d'argento della contessa. Il conte pretendeva la metà di quest'oro, perchè quest'aumento di valore era avvenuto ne'suoi beni e nello stato coniugale: ora la facoltà di diritto di Lipsia conchiuse contro il marito, perchè l'oggetto in quistione era proprietà della contessa prima che si mutasse in oro, e per questa conversione, essa non potè perdere il diritto di possesso.

Ai giorni nostri si è anche troppo disposti a riguardare ed a lamentare in singolar modo, come un pervertimento dello spirito umano, le opinioni dei discepoli e seguaci della scuola arabica; ma il concetto del mutabile corrisponde maggiormente all'universale esperienza, e precede quello dell'immutabile. Per l'introduzione della dottrina daltoniana fu per la prima volta stabilito nella scienza il concetto di corpi chimicamente semplici, col riconoscere la esistenza di molecole solide, incapaci di essere ulteriormente divise (atomi). Ma l'idea che vi si annette è così poco conforme alla natura, che nessun chimico d'oggidì può tenere per certo che i metalli siano veramente quarantasette corpi semplici, indecomponibili, elementi in una parola.

Sono pochi anni ancora che Berzelius teneva l'azoto, il cloro, il bromo, il iodio come corpi composti; ed i corpi che noi diciamo semplici, così li appelliamo non tanto perchè siano veramente indecomponibli, quanto perchè la

scienza non offri ancora mezzi di scomporli; ma non crediamo cosa impossibile che ciò succeda domani. Nell'anno 1807 gli alcali, le terre alcaline e le terre passavano ancora per corpi semplici; ed ora, per opera di Davy, sappiamo che sono corpi composti.

Negli ultimi 25 anni del secolo scorso molti cultori delle scienze naturali credevano alla conversione dell'acqua in terra, e questa opinione era così diffusa che il maggior chimico del suo tempo, Lavoisier, stimò dovere, con una serie di belle esperienze, indagare le basi sulle quali essa appoggiavasi, e svelare l'errore.

La produzione della calce durante l'incubazione delle uova dei gallinacei, la produzione degli ossidi di ferro e d'altri ossidi metallici nel processo della vita animale e vegetale, trovò anche in questo secolo caldi ed ingegnosi difensori.

L'ignoranza della chimica e della sua storia è il fondamento di quel ridicolo orgoglio con cui molti rivolgono lo sguardo all'antico tempo dell'alchimia, come se fosse stato possibile che per più di mille anni gli uomini più dotti e più perspicaci, Bacone, Spinosa, Leibnitz, avessero tenuto per vera un'idea cui fosse mancato affatto il terreno, e non avesse avuto radice.

Non è invece da riguardarsi come fuor di dubbio che l'idea della conversione dei metalli fosse allora pienamente conforme con tutte le osservazioni di quei tempi e con nessuna di loro stesse in contrasto?

Nel primo grado dei progressi della scienza, gli alchimisti non potevano sulla natura dei metalli avere alcuna altra idea fuorchè quella ch'essi avevano, nessun'altra era possibile; epperciò questa era naturalmente necessaria. Senza quest'idea la chimica non avrebbe al presente raggiunta quella perfezione a cui è pervenuta, e in 1500 oppur 2000 anni condurla al punto in cui si trova oggidì, converrebbe rifarla di nuovo.

Si dice che l' idea della pietra filosofale era un errore, ma tutte le nostre cognizioni scaturirono da errori. Quello che oggi noi teniamo per vero, forse domani diventerà un

errore. Qualunque teoria che stimola alla fatica, che desta la sagacia dell'intelletto, e mantiene la costanza, è un lucro per la scienza, imperciocchè è la fatica che conduce alle scoperte. Le tre leggi di Keplero, le quali sono riguardate come le basi dell'odierna astronomia, non derivarono punto dal giusto concetto dell' indole di quella forza che governa i pianeti nel loro corso e nel loro moto, ma esse sono semplicemente i risultati delle esperienze.

La più vivace immaginazione, l'ingegno più svegliato non è capace di concepire un pensiero che fosse atto ad eccitare lo spirito e le forze dell'uomo in modo più forte e più efficace di quanto lo fosse l'idea della pietra filosofale. È la medesima forza che mille avventurieri indusse a seguir Colombo, e ad esporre beni e vita per la scoperta di un nuovo mondo; che a' giorni nostri muove cento migliaia d'uomini ad ascendere sulle montagne dirupate dell'occidente in America, per diffondere in pari tempo la civiltà in questa parte della terra.

Per sapere che la pietra filosofale non esisteva, conveniva, coi mezzi che si offerivano, avere osservato e sperimentato tutto quanto era da osservarsi e sperimentarsi; ma in questo appunto operava il grande influsso di quest'idea, la cui forza sarebbe stata infranta dal momento in cui avesse ottenuto un certo grado di perfezione. Nel correre dei secoli, quando si destava qualche dubbio che stornasse gl'indagatori, sorgeva a tempo opportuno un qualche sconosciuto misterioso, il quale convinceva un chiaro ed accreditato personaggio dell'efficacia del *grande magistero.*

Un uomo non versato nella scienza, il quale si dèsse lo incomodo di percorrere una sola parte di qualche manuale di chimica, rimarrebbe attonito alla grande quantità di fatti particolari che vi sono registrati; quasi ogni parola vi mette sotto agli occhi un esperimento, un fenomeno. Tutte queste sperienze non si offrono mica spontaneamente all'osservatore, ma dovettero esser ricercàte, e, direi, conquistate con fatica. A qual punto sarebbe l'odierna chimica senza l'acido solforico, il quale è antica scoperta dell'alchimia, senza l'acido idroclorico, senza l'acido ni-

trico, senza l'ammoniaca, gli alcali, le infinite leghe metalliche, senza l'alcool, l'etere, il fosforo e senza l'azzurro di Prussia?

È cosa impossibile il farsi una giusta idea delle difficoltà cui gli alchimisti dovettero superare nei loro lavori; essi furono gli scopritori degli istrumenti e dei procedimenti che servirono alla produzione dei loro preparati: essi erano costretti a preparare colle loro mani tutto quello di cui abbisognassero.

L'alchimia non fu mai altro che chimica; quel perpetuo confonderla colla pazza fabbricazione dell'oro dei secoli XVI e XVII è una grande ingiustizia.

Fra gli alchimisti si trovò sempre una eletta di rispettabili osservatori della natura che nelle loro teorie potevano benissimo sbagliarsi, mentrechè quelli che succedevano in carrozza spacciandosi per fabbricatori d'oro ingannavano sè e gli altri. L'alchimia era la scienza: il fabbricare oro era un'arte, che in sè racchiudeva tutti i rami d'industria tecnico-chimica. Quello che operarono Glauber, Böttger, Kunkel a questo fine può francamente essere posto accanto alle maggiori scoperte del nostro secolo.

Molte fra le principali idee di oggidì a colui che ignora quanto la scienza ha di già operato, paiono ben più strane che quelle degli alchimisti. Non la trasformazione dei metalli che agli antichi appariva cosa verosimile, ma cose ben più portentose noi crediamo di poter conseguire. Noi siamo tanto avvezzi alle maraviglie, che di nulla omai ci maravigliamo. Noi fissiamo sulla carta i raggi del sole, e trasmettiamo i nostri pensieri nelle più lontane regioni colla rapidità del fulmine. Noi possiamo fondere nell'acqua il rame, ed a freddo ne modelliamo delle statue. Entro vasi incandescenti concentriamo l'acqua in ghiaccio, ed il mercurio in un corpo solido e malleabile, e crediamo di poter illuminare di luce vivissima intiere città con lampade senza fiamma, senza fuoco e senz'aria (43).

Noi produciamo artificialmente una delle sostanze più costose, l'oltremarino, e crediamo che possa quanto prima

qualcuno scoprire il modo di convertire un pezzo di carbone vegetale in un magnifico diamante, l'allume in zaffiro od in rubino, col catrame del carbon fossile formare la sostanza colorante della garanza, o il benefico chinino o la morfina: e queste sono cose che o sono ugualmente costose, o più utili dell'oro. Si può dire che tutti si occupino di queste scoperte e che intorno ad esse niuno se ne occupi in particolare. Tutti se ne occupano in quanto che tutti i chimici studiano le leggi delle mutazioni e delle scomposizioni e ricomposizioni dei corpi, e niuno se ne occupa in particolare, in quanto che non v'ha alcuno che consacri la sua vita alla produzione del diamante o del chinino.

Se un tale uomo si desse, fornito delle necessarie cognizioni non meno che del coraggio e della costanza degli antichi fabbricatori d'oro, verosimilmente riescirebbe a conseguire l'intento dell'assuntasi missione.

Dopo le ultime scoperte sulle basi organiche, ci è lecito di credere a tutto questo senza che alcuno abbia perciò diritto di schernirci.

La scienza ci dimostrò che l'uomo, autore di tutti questi prodigi, è composto di aria condensata, che egli vive di aria condensata e non condensata, e di aria condensata si veste; che si nutre coll'aiuto di aria condensata, e per mezzo di questa muove colla celerità del vento i pesi più gravi.

Questo v' ha poi di singolarissimo, che queste macchine moventisi su due piedi, talvolta in grandi combattimenti si distruggono col mezzo di aria condensata, a fine di ottenere appunto l'aria condensata di cui abbisognano per nutrirsi e per vestirsi, o per acquistarsi onori e potenza; e che molti riguardano le proprietà della sostanza immateriale, sensibile, fornita di coscienza e di pensiero, che in questa macchina si manifestano, come una semplice conseguenza dell'interna sua costruzione, e della disposizione delle minime sue molecole, mentre la chimica somministra l'indubitabile prova che per quanto concerne l' ultima e

più sottile composizione, non più percettibile dai sensi, l'uomo è identico col bue, o con qualunque altro animale più infimo della creazione (44).

Ma per ritornare all' alchimia, noi troppo ci dimentichiamo nel giudicarla, che una scienza, appunto come nell'uomo, offre un organismo intellettuale, in cui la consapevolezza del proprio essere si presenta per la prima volta quando è pervenuta ad un certo grado di materiale svolgimento. Ora noi sappiamo che tutte le particolari mire degli alchimisti servivano a conseguire un fine più alto: la strada che vi conduceva era manifestamente la migliore: per edificare un palazzo sono necessarie molte pietre che devono spezzarsi, molti alberi che devono abbattersi e tagliarsi. Il piano dell'edificio viene dall'alto; l'architetto solo il conosce.

La pietra filosofale, ricercata dagli antichi con una vaga indeterminata ansietà, non fu nella sua perfezione altro che la scienza stessa della chimica: e non è pietra filosofale quella che ci promette di accrescere la fertilità dei nostri campi, di assicurare il benessere di più milioni d'uomini? Non è la chimica quella pietra filosofale che gli elementi della terra trasforma in utili prodotti, i quali poscia vengono per opera del commercio convertiti in oro? Non è pietra filosofale quella che promette di aprirci le leggi della vita, e che deve somministrarci i mezzi di sanare le infermità e di prolungare la vita?

Ogni scoperta schiude all'ulteriore investigazione un campo più esteso e più abbondante, e adesso ancora nelle leggi della natura noi andiamo in cerca della *terra verginale*: questa ricerca non ha mai termine.

L'ignoranza della storia è il fondamento della poca stima, anzi di quella specie di disprezzo con cui comunemente si riguarda il secondo periodo della chimica, la chimica del *flogisto*.

A noi pare inconcepibile come le ricerche di Giovanni Rey sopra l'aumento di peso dei metalli nella loro così detta calcinazione siano rimaste inosservate, e che ad onta di queste ricerche abbia potuto svolgersi e consolidarsi

l'idea del flogisto. Ma tutti gli sforzi di quest'epoca consistevano nell'ordinare le cognizioni acquistate, poichè si avevano per le mani i materiali da ordinarsi. Le osservazioni di Gio. Rey rimasero in quel tempo prive d'ogni influenza, perchè non si erano potute mettere in rapporto sovratutto col procedimento della combustione; imperocchè quanti corpi non si danno, i quali nelle medesime circostanze diventano più leggeri, o che anzi si consumano affatto?

Lo scopo di tutti i lavori di Becher, di Sthal, e dei loro seguaci era la disamina dei fenomeni che ad una stessa categoria appartenevano, e ripetevano la loro origine da una cagione stessa.

Che la calcinazione dei metalli e la produzione dell'acido solforico per mezzo dello zolfo, non meno che il ripristinamento dei metalli per mezzo de'metalli calcinati, e quello dello zolfo per opera dell'acido solforico, siano fenomeni analoghi, e stiano in rapporto fra di loro, questa fu una grande ed incomparabile scoperta che determinò il progresso della scienza fino a noi: in essa sta riposta una verità che oggidì ancora si tiene per tale indipendentemente dalla cognizione del peso: prima che si cominciasse a pesare, si doveva sapere che cosa pesare si dovesse; prima di fare confronti, conviene sapere quali rapporti fra due cose abbiansi a stabilire.

Ora è immortale merito di Sthal quello di avere scoperti e resi manifesti tali rapporti, per quello che riguarda il processo della combustione. Egli scoprì le relazioni che esistono fra la calcinazione dei metalli ed il processo della combustione. Prima di Sthal non si sapeva che il ferro è ancora contenuto nella ruggine, lo zolfo nell'acido solforico, e che di bel nuovo se ne può estrarre il ferro e lo zolfo.

Noi estimiamo i fatti per la loro costanza e perchè aprono il terreno alle idee; ma un fatto non acquista valore proprio, se non per l'idea che se ne svolge. A Sthal mancavano i fatti, ma era propria di lui l'idea; Cavendish e Watt furono ambidue gli scopritori della composizione dell'acqua; Cavendish segnalò il fatto, Watt l'idea; Cavendish disse: « dall'aria infiammabile e dall'aria deflogisticata

si genera l'acqua »; Watt soggiunse: « l'acqua è composta di aria deflogisticata e di aria infiammabile »; gran differenza passa fra queste due frasi.

Una soverchia enumerazione di nudi fatti suole del resto essere indizio di mancanza di giuste idee. Non l'abbondanza, ma la povertà d'idee procede ampollosa, vestita di abiti vecchi e logori.

Si danno delle idee d'una tale grandezza ed estensione, che, quantunque pochissimo sussistenti, pure conservano ancora bastante sostanza da occupare per un secolo il pensiero di una intiera generazione. Il *flogisto* fu uno di tali concetti.

Il flogisto fu sul principio un'idea; e la quistione della sua materiale esistenza era priva affatto d'importanza, finchè essa non serviva a classificazioni e a nuove generalità.

Quando poi si prese a considerare in pari tempo l'aumento di peso, si è scoperta la dipendenza del fatto da un particolare elemento dell'aria, ma il fenomeno punto non restò meglio chiarito che prima nol fosse. Sthal non sapeva di quanto l'aria o un corpo qualunque divenisse più pesante in seguito alla combustione; e noi tuttora ignoriamo quali rapporti colleghino il processo della scomposizione per cui si svolgono luce e calorico, con quello della combustione, o colla diminuzione o coll'aumento di peso che ne derivano, costituiscono ancora a' tempi nostri un problema da sciogliersi. Ciò che Sthal riguardava come essenziale, da noi si trascura: ecco il divario che corre.

Ciò che succede conformemente alle leggi della natura, non può succedere in modo più spedito e pronto di quanto realmente accade. Solo dopo la cognizione dei fenomeni degli esseri percettibili, potevano i chimici occuparsi dei corpi invisibili. L'odierna idea di una combinazione chimica derivò dalla chimica pneumatica, ai tempi di Sthal la nozione del carattere chimico di un gaz o dell'aria non era ancora svolta. Nella diminuzione di volume, nello sparire d'un gaz si riconobbe in sulle prime l'attrazione chimica.

Hales vide nel 1727 da una quantità di corpi svolgersi aria mediante il fuoco; tutto ciò che era aeriforme ed ela-

stico, era per lui aria, nè alcuna distinzione faceva fra l'acido carbonico, l'aria infiammabile e l'aria comune. La diminuzione di volume di un gaz in contatto coll'acqua o per la combustione egli spiegava, non per una soluzione o combinazione chimica, ma per la perdita della facoltà di dilatarsi.

Le eccellenti ricerche di Black posero le prime fondamenta alla chimica antiflogistica. Lo sperimento fondamentale di Lavoisier, la calcinazione ed il ravvivamento del mercurio rosso, e lo svolgimento d'uno degli elementi dell'aria durante quest'operazione, fu solo una imitazione degli sperimenti di Black sulla calce e sugli alcali. Quando Black dimostrò che la calce caustica esposta all'aria si converte in calce dolce (non caustica), crescendo nello stesso tempo di peso; quando ei vide che quest'aumento di peso derivava dall'aggiunta di un gaz (acido carbonico), assorbito dall'aria, il quale, mediante il riscaldamento, poteva essere ricacciato via; quando egli dimostrò che l'aumento di peso corrispondeva al peso del gaz assorbito, in allora cominciò l'epoca delle analisi quantitative. Il *flogisto* perdè il suo valore, e, invece di un' idea, sottentrò una serie di fatti strettamente connessi.

Oggidì ancora non mancano parecchi nomi collettivi in chimica, che, simili alla parola *flogisto*, si adoperano per esporre fenomeni che si suppongono appartenenti ad una sola classe, o determinati da una medesima cagione; ma ora, invece di far uso di vocaboli che indicano cose, come si soleva sino al finire del secolo XVIII, noi, dai tempi di Berthollet, ricorriamo ad inventate *forze*. Così è che nulla più ripugna al regolare studio delle leggi naturali, quanto l' invenzione e l'uso della parola *catalisi*, forza *catalitica*; noi tutti sappiamo che non v'è alcuna verità in questa parola, ma, in difetto di una giusta idea, la maggior parte degli uomini non può fare senza una parola, ed il bisogno di ordinamento e di classificazione sosterrà questa parola, fintantochè i fatti, ai quali si riferisce, vengano collocati al loro posto.

Si disse che ogni scienza si sviluppa in tre periodi, dei

quali il primo consiste nel presentimento o nella *fede*, il secondo nella *sofistica*, il terzo finalmente nel *ponderato esame*. Si tiene l'alchimia pel periodo religioso della scienza, la quale più tardi si chiamò col nome di *chimica*. Questa opinione è decisamente erronea riguardo alla chimica non meno che alle altre scienze induttive. Voglionsi tre condizioni per esaminare l'indole d'un fenomeno naturale: conviene anzi tutto studiarsi di conoscere il fenomeno *in sè* da ogni lato; quindi guardare in quali rapporti questo fatto sia con *altri* fenomeni della natura; e finalmente, scoperti questi rapporti, rimane l'ultimo studio, che è quello di misurare e calcolare questo legame o rapporto, cioè di stabilirlo con numeri.

La scienza della chimica abbraccia tutti i fenomeni che nei corpi succedono, e che sono determinati da un certo numero di cause medesime, ed il suo storico svolgimento è diviso in tre periodi, corrispondenti alle tre condizioni cui presuppone la scienza d'ogni fenomeno della natura.

Nel primo periodo della chimica tutte le forze erano rivolte alla cognizione delle proprietà dei corpi, dovevano essere scoperte, osservate e dimostrate; questo è il periodo dell'alchimia. Il secondo periodo abbraccia lo studio dei vicendevoli rapporti, ossia dell'ordinamento di queste proprietà; questo fu il periodo della chimica del flogisto. Nel terzo periodo (in cui ci troviamo presentemente) noi determiniamo con peso e misura i rapporti per cui le proprietà dei corpi stanno subordinate le une alle altre.

Le scienze naturali induttive cominciano colla materia, coi fatti, quindi vengono le rette idee, finalmente la matematica co' suoi numeri compie l'opera.

La storia politica dei popoli, simile a quella delle scienze, si divide parimente in tre epoche. Nella prima si svolgono le qualità degli uomini in tutti i loro diversi e contrarii aspetti. La debolezza soggiace alla forza: la sapienza, il genio vengono onorati come proprietà divine: l'impero domina le più comuni condizioni della sociale convivenza; tutti gli ordini cominciano con queste parole: *tu devi;* gli uomini non hanno che obblighi e nessun diritto.

Nell'epoca successiva vanno esplicandosi tutti i rapporti per cui le qualità degli uomini le une alle altre son collegate. Il contrasto delle tendenze umane, poste a fronte una dell'altra, conduce alla formazione delle leggi: dal sentimento della giustizia nasce la coscienza dei diritti: dall'unione di uguali diritti nascono i poteri: il conflitto dei poteri produce le rivoluzioni; rivoluzione significa distruzione, ma è anche preludio d'un nuovo equilibrio. In quest'ultima epoca si consolidano i rapporti fra tutte le facoltà degli uomini, fra tutti i diritti e i poteri, per cui si assicura ad ognuno il più libero ed intiero sviluppo di tutte le sue facoltà senza nocumento agli altri. Questo è il termine delle rivoluzioni.

Digitized by Google

LETTERA SECONDA

Segue la storia della Chimica. — Fallace direzione degli scienziati nel medio evo; influenza della Chiesa. — Progresso determinato da importanti scoperte sulla terra e nel cielo, dalla stampa, e da un miglior metodo d'investigazione. — Opinione di Aristotele sull'origine e sulle proprietà dei corpi. — I quattro elementi. — Sistema medico di Galeno; sue opinioni sull'efficacia dei rimedii. — Si adottano tre nuovi elementi, solfo, mercurio e sale. — Mutazione del primitivo significato di queste parole. — Virtù mediatrice della pietra filosofale. — Introduzione dei prodotti chimici nella Terapeutica. — Paracelso. — Analogia fra le opinioni dei medici moderni e quelle di Galeno e di Paracelso.

Numerosi germi della vita intellettuale riempiono il mondo, ma non trovano terreno adatto al loro svolgimento fuorchè in alcune e rare menti. In queste l'idea, di cui niuno presentiva il fondamento, acquista vita dal fatto creatore; per essa le recondite leggi della natura acquistano forma reale, positiva, a tutti patente.

Non alle gesta di potenti principi o di celebri capitani, ma agli immortali nomi di Colombo, Copernico, Keplero, Galileo, Newton la storia collega le conquiste dell'intelletto umano, il progresso delle scienze naturali ed il presente stato della coltura intellettuale. La chiesa invadendo col

dogma tutte le regioni del sapere (45), ed una falsa filosofia, per più di mille anni, fino al secolo XIV, tarparono le ali all'umano pensiero. La filosofia scolastica annientò ogni tendenza alla ricerca della verità con un sistema di istruzione simile a quello degli scienziati chinesi, che provano una singolare soddisfazione alla lettura di una pagina di nomi senza senso.

Come un albero, cui venne impedita per esterni impedimenti la cresciuta, si piega e si contorce in varie e strane guise; così le più nobili forze si consumavano e si smarrivano nelle formole di una sottile dialettica. Uomini di chiaro nome e celebri per dottrina scrivevano libri e trattati sulle tempeste, sulla pioggia di sangue, dove di ogni cosa si teneva discorso, fuorchè di quanto dilucidar potesse questi fenomeni.

Adamo, quand'era senza peccato, conosceva egli già il *libro delle sentenze* di Pietro Lombardo? di quale età era e come vestito l'angelo che annunziò alla Beata Vergine il celeste messaggio? si danno escrementi in paradiso? gli angeli parlano greco o latino? quante migliaia di angeli possono stare sulla punta d'un ago senza urtarsi? Queste e simili questioni e ricerche, le quali ai tempi nostri verrebbero riguardate come solenni prove di aberrazione mentale, erano l'obbietto dei più segnalati sforzi dello spirito.

Celebri scienziati scrissero una moltitudine di scritti sulla facoltà che avevano i re di Francia e d'Inghiterra di guarire le scrofole al solo toccarle; si disputava se questo maraviglioso dono fosse annesso al trono o alla famiglia: questa facoltà era posta fra le forze misteriose, la cui verità era sufficientemente comprovata dall'esperienza.

Per trovare il retto sentiero, la mente umana abbisognava di una guida; ma una potenza tenebrosa teneva imprigionata la luce; in questa notte intellettuale mancavano le stelle rischiaratrici. Il tesoro acquistato dagli antichi nelle cognizioni della natura non era convenientemente estimato e non poteva più fruttare; le questioni di fisica si decidevano a norma della sofistica.

Mentre si rinunziava all'esperienza madre del sapere, veniva sbandita la vera scienza. Mancando il subbietto al pensiero, questo perdè l'esercizio e l'attitudine a porre convenientemente le quistioni sulla ragione delle cose e dei loro fenomeni, ad esaminarle ed a ricercarne la connessione. Un tale stato di cose consolidò il dominio dell'astrologia, della cabala, della chiromanzia, della credenza nei maghi, nelle streghe, nei lupi armati, per guisa che parecchi secoli dappoi si riguardarono ancora le malattie come castighi del cielo, o come opere del demonio, e le preghiere, gli amuleti, l'acqua santa e le reliquie erano tenute per le più efficaci medicine. La storia del dente d'oro sul fine del secolo 16° dimostra come anche nelle classi più colte si fosse smarrita la facoltà di prendere in accurata disamina il più semplice fatto.

Quando Colombo a Salamanca, celebre sede delle scienze, alla presenza di un collegio che era composto dei più dotti professori di astronomia, geografia e matematica del regno e dei più riputati e sapienti dignitari della Chiesa, dovette esporre le sue idee sulla figura della terra, e sulla possibilità di percorrerla colla navigazione, egli fu dai più tenuto come un sognatore meritevole di scherno, o come un avventuriere degno di sprezzo.

Però nessuna dotta disputa esercitò maggior influsso sullo svolgimento dell'intelletto umano, come quella che seguì allora nel collegio di santo Stefano: essa fu l'aurora di un nuovo giorno, il messaggere precursore del grande trionfo della verità contro la cieca fede di quei tempi.

In quelle notevoli dispute le dimostrazioni matematiche non valevano niente, quando pareva contrastassero ai passi della Scrittura commentati dai Padri della Chiesa: « come può mai la terra essere rotonda, quando nei salmi sta scritto che il cielo sta disteso come una pelle? come può mai la terra essere altrimenti che piana, poichè san Pietro, nella sua lettera agli Ebrei, paragonò il cielo ad un tabernacolo o ad una tenda distesa sopra la terra? e Lattanzio non si dichiarò egli contro l'esistenza degli antipodi? può mai darsi che esistano persone di mente così stravolta per

credere che vivano uomini che abbiano i piedi contro i piedi nostri, e che possano camminare colle gambe volte all'insù e col capo all'ingiù; che si dia una regione al mondo in cui tutti gli oggetti siano al rovescio, dove gli alberi coi loro rami crescano dall'alto in basso, e dove grandini, nevichi e piova dal basso in alto? »

E sant'Agostino non diceva forse che era contrario alla fede cristiana il credere agli antipodi? imperocchè « colui « che afferma esservi delle regioni nell'altra parte della terra « deve credere che colà esistano uomini che non derivano « da Adamo, perchè fu impossibile ad alcuno dei suoi di- « scendenti lo arrivare fino là attraverso l' Oceano. Una « tale opinione torrebbe fede alla Bibbia, la quale dichiara « espressamente che tutti gli uomini discendono dagli stessi « genitori. »

« Che pretensione è questa per un uomo ordinario il credere che gli resti da fare una così grande scoperta, dopo che tanti profondi filosofi e uomini sperimentati fecero già della figura della terra l'obbietto delli loro studi, e dacchè per più di mille anni tanti arditi uomini di mare vi navigarono attorno? ». Così parlavano gli avversari del grand'uomo (46).

Due anni dopo, Colombo fu di ritorno dalle Indie occidentali; la terra era ristretta, piccola; essa fu una sfera; e v'erano paesi abitati nell'altra parte dell'emisfero.

E non soltanto la terra, ma anche il cielo contraddisse agli insegnamenti dei maggiori luminari dell'aurea età della sapienza del medio-evo; perchè con Copernico la terra cessò di essere il centro del mondo; essa non fu solo ristretta, piccola e rotonda, ma non fu che un punto nello spazio infinito, un picciolo pianeta che si muoveva attorno al sole.

A guisa di colui che, sopraffatto da terremoto, prova un indefinibile senso d' angoscia al sentirsi vacillare sotto i piedi come un mare ondeggiante quello che per abitudine e pregiudizio egli teneva per la cosa la più solida ed incrollabile, fu commosso il mondo civile dall'ansietà e dal dubbio in seguito di quelle scoperte della scienza.

Digitized by Google

La terra non fu più il centro dell'universo, la vôlta del cielo perdè le sue colonne, il trono di Dio perdè la sua sede, quale gli uomini se la immaginavano; non esistè più luogo alto o basso. Quanto la fede teneva per maggiormente fermo, venne scosso; ciò che si credeva verità, fu chiarito errore. Numerose profezie nella prima età del 16° secolo collegavano il fatto della scoperta del nuovo mondo con quello della rovina del mondo vecchio: essi furono i profeti di quell'agitata età.

Dacchè Colombo ebbe tolti all'Oceano i suoi orrori, e Copernico ebbe inspirato quella fiducia nella forza del proprio intelletto, che infrange i legami di estrania autorità, e che solo presta fede alla testimonianza della ragione, si destò anche in altri il coraggio di esplorare ignote regioni.

Esisteva di già la forza che doveva propagare la potente spinta in tutti gli spazi della scienza; come per mezzo del cuore il sangue acquista il suo moto, così la scoperta di Guttemberg diffuse nell'organismo intellettuale, che andava riformandosi, calore e vita.

In seguito alla fondaziono di numerose università e alla diffusione della dottrina greca nell'Occidente, dopo la conquista di Costantinopoli per opera dei Turchi, l'attenzione degli uomini si rivolse ai tesori intellettuali lasciati dagli antichi Greci e Romani. L'antichità classica irradiava una luce vivificante. Tosto che i dotti cominciarono ad imparare da questi inarrivabili modelli, informati del loro spirito, loro si fecero gli occhi più acuti, lo studio degli antichi infranse i vincoli della scolastica. Nella natura si scorgeva la sorgente perenne d'una dottrina più pura; essa apparve a guisa di atlante nuovamente scoperto, che era sommerso in un mare d'ignoranza.

Lutero descrive benissimo questa tendenza verso lo studio della natura, tendenza che andava di conserva colla Riforma (47): « Noi siamo, ei dice, nell'aurora della vita avvenire, poichè noi cominciamo a riacquistare la cognizione delle cose create, la quale noi avevamo smarrita per la caduta d'Adamo. Noi rivolgiamo le nostre indagini alle creature. Erasmo non cerca il modo con cui il frutto si

formi e si sviluppi nel ventre della madre, ma noi cominciamo, per grazia di Dio, a riconoscere le meraviglie del Creatore e le opere sue anche in un fiorellino, pensando come Iddio sia onnipotente e benefico. Nelle sue creature noi scorgiamo la potenza della sua parola, e quanto efficace ella sia ».

Forze straordinarie produsse la natura a fine di assicurare il trionfo della ragione nella lotta che si aprì dal ridestatosi intelletto delle nazioni europee contro ogni tirannide di principi e di sacerdoti, contro una prevalente superstizione che sembrava non potersi in alcun modo estirpare. Molti uomini eccelsi vennero dietro l'uno all'altro, in una serie non interrotta, fintantochè la grande opera fosse compiuta, ed assicuratone il buon successo. Cento ed un anno dopo Copernico, nacque Keplero; nell'anno in cui morì Galileo, nacque Newton.

Il medio-evo aveva nella filosofia teologica riposto una scienza universale, e la rafforzava con tutta l'autorità d'una credenza religiosa. Un errore nella scienza era un vizio; il differire dalle dottrine comunemente ricevute era un'eresia, ed era lo stesso che rinunciare alle rivelazioni del cielo: la tortura e i roghi attendevano il libero pensatore, il dissidente. La Chiesa prese allora in sospetto la diffusione delle scienze fisiche. Una casta ignorante e gelosa scorgeva la rovina del suo potere, perchè di mano in mano che andavano svelandosi le leggi dei fenomeni, sparivano le cause soprannaturali, e coll'aiuto delle quali i sacerdoti dominavano le menti umane.

Cento ed un anno dopo Lutero, doveva Galileo Galilei, nelle carceri della romana inquisizione, negare il moto della terra; e le parole *Eppur si muove,* che ei mormorò quando si alzò di ginocchioni, sono ancora adesso argomento della prepotente forza dei fatti: anche adesso niuno v'ha che possa, senz'esserne commosso, leggere la celebre sua lettera a Madama Cristina, granduchessa madre; la qual lettera non convinse i suoi avversarii. Tutti questi ostacoli però valsero così poco ad impedire lo svolgimento e il progresso delle scienze, quanto poco il potè la guerra di trent'anni, riguardo alle novelle idee religiose (48); imperocchè l'errore

è passeggero, la verità sola è eterna; anzi l'errore altro non è che l'ombra gettata dalla verità quando la sua luce viene dallo spirito dell'uomo, come da corpo opaco, trattenuta nel suo cammino.

Anche la chimica in quest'epoca notevole andò incontro ad una trasformazione: collegandosi colla medicina, essa mirò ad una nuova meta e prese una direzione affatto diversa.

L'alchimia aveva preparato le armi per acquistare alla chimica un nuovo terreno, e per porre un termine al sistema di Galeno che da dieci secoli signoreggiava.

La grande e salutare rivoluzione provata dalla medicina, l'essersi sciolta dai legami della credenza all'autorità, provenne dalla insufficienza e dalla fallacia di tutte le idee, fino allora tenute per vere, sulla natura del mondo materiale. La nuova luce fu una conquista degli alchimisti; per essi la dottrina dei filosofi greci sulle cagioni dei fenomeni della natura acquistò nuova forma.

In ogni tempo l'uomo cercò sempre di rendersi ragione dell'origine e delle proprietà delle cose. Il metodo più spedito sembra essere quello delle matematiche, le quali senza mezzi esterni studiano le leggi delle figure matematiche. Questa è appunto la strada che scelsero i filosofi greci per conoscere le leggi della natura. Riguardando essi le proprietà così varie dei corpi come cose esistenti per sè, procuravano di coordinare col raziocinio le loro osservazioni, e di determinare così le proprietà comuni a tutti i corpi.

La generazione e le proprietà di tutte le cose suppongono, secondo Aristotele, tre specie di agenti fondamentali. La prima produce la materia senza proprietà; la seconda comunica alla materia i caratteri della forma; la terza comprende le cause (ossia le forze così dette, forza medicatrice, forza di nutrizione) che alterano la materia e la privano delle sue proprietà. Quello che precede il cangiamento di proprietà nella materia è la causa; quello che viene dopo è l'effetto.

Le proprietà delle cose materiali sarebbero dunque simili

ai colori che il pittore fissa sulla tela per farne un quadro, o sugli abiti che danno forma all'uomo, e che si possono indossare o smettere. Quest'idea fu la base dell'alchimia e del primo sistema medico.

Senz'altro mezzo di percezione, tranne i sensi, sarebbe difficile distinguere più di quattro proprietà comuni a tutti i corpi.

I corpi offrono all'occhio ed al gusto infinite varietà; vi ha dei corpi privi di colore e di odorati, di sapidi e di privi di sapore, di privi di odore e di odorosi. Ma tutti i corpi sono umidi o secchi, caldi o freddi. Tutto ciò che si può toccare, possiede due di queste qualità. Un corpo, o solido o liquido, possiede una certa temperatura. Tali proprietà, dice Aristotile, sono evidentemente opposte, perchè il freddo può essere neutralizzato dal caldo, il secco dall'umido.

I corpi divengono solidi per l'azione simultanea di due proprietà non contrarie, come il secco ed il freddo; diventano liquidi od aeriformi per l'umidità od il caldo. Si comprendono così i rapporti che esistono fra queste diverse proprietà; non solamente queste proprietà fondamentali determinano la natura fredda o calda, ma ben anche la densità o la leggerezza: il freddo è cagione della densità, perchè ravvicina le particelle materiali; la leggerezza è prodotta dal calore. Tutte le altre proprietà hanno un rapporto determinato colle quattro proprietà fondamentali, perchè il colore, l'odore, il sapore, lo splendore, la durezza dei corpi, ecc., provano un cangiamento per una addizione o sottrazione di umidità, di calore, di siccità o di freddo.

È chiaro, dice Aristotile, che tutte le proprietà percettibili nei corpi materiali dipendono da queste quattro proprietà fondamentali; perchè di mano in mano che queste ultime vanno variando, tutte le altre proprietà cangiano nello stesso tempo: è dunque evidente che esse sono determinate dalle quattro fondamentali, o elementari.

Il divario che corre fra l'opinione di Aristotile e le

nostre idee presenti consiste in ciò, che noi attribuiamo a due cause contrarie, in luogo di quattro, lo stato liquido, solido e gazoso, non meno che la temperatura.

Ancora ai giorni nostri si ammette che tutte le proprietà fisiche dei corpi dipendono, entro certi limiti, dalla forza di coesione e del calorico.

Fra quattro cose, dice Aristotele, sei combinazioni binarie sono possibili. Ma quando due proprietà contrarie si accoppiano, come il freddo ed il caldo, l'umido ed il secco, esse si annullano reciprocamente, e l'accoppiamento non può più essere percepito dai sensi. Solo quattro combinazioni adunque armonizzano nei quattro corpi di cui si compone il globo. La terra, siccome quella che rappresenta lo stato di solidità, è fredda e secca; l'acqua è fredda ed umida; l'aria è umida e calda; il fuoco è caldo e secco. Per questi accoppiamenti si producono adunque, sempre secondo Aristotele, i quattro elementi materiali: da questi quattro elementi nascerebbero tutti i corpi e si conterrebbero in tutti. Le differenze fra le proprietà degli altri corpi dipenderebbero unicamente dal modo con cui i quattro elementi stanno riuniti: l'elemento predominante comunica al corpo le sue proprietà.

Come si scorge dalla figura seguente, due corpi elementari hanno sempre comune una delle proprietà fondamentali:

È chiaro che quando si toglie al corpo aeriforme, per mezzo del freddo, la proprietà fondamentale del caldo,

l'aria può convertirsi in acqua; e che l'acqua può anche trasformarsi in aria per mezzo del caldo, in terra per mezzo del secco.

Secondo Aristotele, il fuoco suppone l'idea della chiarezza della sensazione; l'acqua e l'aria quella della trasparenza, la terra della opacità. La trasparenza del cristallo di rocca deriva, secondo esso, dall'acqua; ancora presentemente si suol dire *diamante di una bell'acqua.* Ma l'acqua è anche parte essenziale degli occhi, come l'aria dell'udito; l'aria e l'acqua dell'odorato; la terra del tatto. Il sapore è determinato dall'umidità; più le parti sapide aderiscono alla lingua, e più il corpo è amaro; più si sciolgono, e più il corpo è salato. Ma quando le parti sapide siano scaldate, e per ciò stesso scaldino le parti della bocca, si produce sapor acre; quando entrano in fermentazione e svolgono bolle, il sapore è acido.

In ogni caso, le proprietà fisiche delle cose esattamente percepite, vengono riguardate come le cause o condizioni dei fenomeni. L'effetto percepito è dunque scambiato per la causa stessa dell'effetto. Si spiega adunque il fenomeno col descriverne semplicemente i caratteri.

Queste dottrine della filosofia greca servirono a Galeno per edificare le basi del primo sistema teorico di medicina.

Secondo Galeno, tutte le parti del corpo organizzato nascono dalla miscela, in varie proporzioni, delle quattro proprietà elementari. Nel sangue esse sono uniformemente commiste; nel muco predomina l'acqua; nella bile gialla prevale il fuoco; nella bile nera la terra. I quattro temperamenti derivano dalla prevalenza di questi quattro umori cardinali.

La salute è uno stato di equilibrio, determinato da una qualità appropriata delle parti omogenee (degli organi) e da una giusta miscela degli elementi: la malattia è uno stato innormale della forma o della miscela.

Per effetto di una spropriazione delle proprietà elementari, gli umori trovansi in uno stato di riscaldamento, di raffreddamento, di umidità e di secchezza. Quando il movimento degli umori è sospeso e perturbata la traspira-

zione, gli umori si corrompono e le varie febbri si producono. Il calore innormale, proprio alla febbre, è conseguenza di tale putrefazione. La febbre quotidiana, terza o continua, risulta dalla putrefazione del muco, della bile gialla e nera.

Quanto alla virtù dei medicamenti, Galeno l'attribuisce alle loro proprietà fondamentali; secondo lui essi sono caldi o freddi, umidi o secchi. Un rimedio può, secondo le proporzioni della proprietà fondamentale del caldo, scaldare insensibilmente, oppure in modo sensibile, poco o molto: ogni qualità possiede quattro simili gradi d'azione. Le sostanze di un sapore acre sono medicamenti caldi; quelle di un sapore fresco sono medicamenti freddi.

La guarigione, il ritorno alla salute, secondo Galeno, deriva dalla restituzione della qualità che mancava, o dalla rimozione di una qualità prevalente.

In questo logico sistema, tutte le malattie, come tutti i medicamenti, si dispongono secondo un certo numero di raggi o scompartimenti; quando si riconobbe il luogo occupato dalla malattia, il medico trova nel raggio opposto i mezzi atti ad operare la guarigione. Egli sa donde proviene la malattia, sa perchè il rimedio la guarisce.

Il metodo sperimentale che condusse Ippocrate ad una ricca messe di osservazioni, e ad un'ammirabile dietetica, venne così surrogato da una teoria che collegava i fatti e ne dava la spiegazione. L'arte del medico di Coo poteva impararsi per imitazione; il nuovo sistema agevolava l'insegnamento e lo studio.

I filosofi greci, al pari di Galeno, non conoscevano le proprietà particolari che si manifestano pel contatto dei corpi eterogenei.

L'idea fondamentale del sistema di Galeno, come si vede, è la stessa che aveva servito di guida agli alchimisti, l'idea della trasmutabilità dei corpi elementari per l'addizione o sottrazione di qualità elementari. Infatti, secondo gli alchimisti, lo splendore, il colore, la volatilità o la fissità al fuoco possono togliersi o restituirsi, accrescersi o scemarsi. L'oro è il metallo più perfetto, cui non si può aggiungere

alcuna proprietà; esso le possiede tutte, e rappresenta fra i metalli l'uomo in perfetta salute: « Conducete a me, diceva Geber, i sei leprosi (l'argento, il mercurio, il rame il ferro, il piombo e lo stagno), perchè io li risani! » L'ottone è oro ammalato; il mercurio è argento ammalato: col mezzo o medicamento della terza specie si possono convertire in oro, ossia guarirli.

La generazione dell'oro è assimilata a quella degli animali o delle piante. Raimondo Lullo paragona la preparazione della pietra filosofale colla digestione, la produzione del sangue e la secrezione degli umori.

Gli alchimisti avevano saputo distinguere alcune particolarità nelle proprietà dei corpi, ignorate o trascurate dai filosofi greci. Così agli elementi d'Aristotele s'aggiunsero tre nuovi elementi, la cui esistenza non era più dubbia. Alle quattro cause delle proprietà fisiche si aggiunsero tre cause fondamentali delle proprietà chimiche più generali; il mercurio, lo zolfo ed il sale.

Si riguardarono adunque lo zolfo ed il mercurio ordinarii siccome parti costituenti di tutti i metalli, ed in ciò non si fece che conformarsi all'indole dei tempi più antichi, in cui si attribuivano a spiriti invisibili le attività che non si potevano percepire coi sensi, e ad esseri tangibili le proprietà cui i sensi percepire potevano. Così è che certe proprietà si attribuirono allo zolfo ed al mercurio, come più tardi la causticità della calce e degli alcali ad un *principio caustico*, l'odore proprio di certi corpi allo *spirito regolatore*, l'acidità degli acidi ad un *acido primordiale*.

Conviene por mente che il linguaggio volgare schiva le nozioni astratte; era adunque assai naturale che sui primordii delle scientifiche investigazioni si derivassero le proprietà dei corpi da certi esseri materiali. Lo stesso Lavoisier non poteva rinunziare all'idea di un acido primitivo: egli prese l'ossigeno pel generatore di quest'acido primitivo, e lungo tempo dopo di lui, molti chimici riguardarono l'idrogeno come quello che determina le proprietà particolari degli acidi.

Ma poco a poco il vero zolfo ed il vero mercurio, nella

mente degli alchimisti, cedettero il luogo ad uno zolfo ideale, ad un mercurio ideale, che supponevansi riunire un complesso di proprietà. Più tardi poi, tali sostanze ideali divennero esse medesime qualità elementari.

Si distinguevano adunque i *mercurii*, li *zolfi*, i *sali*. La classe dei mercurii comprendeva i corpi che potevano volatilizzarsi al fuoco senza perdere gli altri loro caratteri, che si sublimavano come l'arsenico, o si distillavano come il mercurio. La classe dei zolfi era volatile al fuoco, e alterabile come lo zolfo. Finalmente la terza classe, alterabile e fissa, comprendeva i sali di ceneri. Come ora dicemmo, le parole zolfo, mercurio (arsenico) e sale, divennero finalmente astrazioni, elementi semplici nel significato dei quattro elementi di Aristotile. Come noi parliamo della forma di un pensiero senza per questo raffigurarci una forma materiale, così allora esprimevansi le idee col mezzo di oggetti materiali, senza indicare altra cosa fuorchè delle proprietà.

I nomi di questi oggetti, per certe proprietà, divennero nomi collettivi da noi ancora oggidì impiegati; se non che noi vi aggiungiamo la parola *forza* (p. e., *forza catalitica*), per esprimere la natura immateriale degli esseri, che noi intendiamo così d'indicare.

Basilio Valentino, parlando dell'alcool, si esprime nei termini seguenti: « Quando s'infiammi un'acquavite rettificata, il mercurio e lo zolfo si separano, lo zolfo brucia vivamente perchè è tutto fuoco, e il mercurio sottile si spande nell'aria per rientrare nel suo caos ». L'alcool era un mercurio vegetale contenente zolfo; val a dire che era infiammabile e volatile.

Il significato dell' idea primitiva si perdè allorquando vennero in seguito confuse le nozioni dell' *infiammabilità* (zolfo), della *fissità* (sale), o della *volatilità* (mercurio) con certe proprietà dei corpi infiammabili, fissi o volatili, sottoposti agli sperimenti.

Quindi nacquero le espressioni: *mercurio oleoso, grasso, terroso; zolfo oleoso, grasso, terroso, infiammabilissimo* o *difficilmente infiammabile; sale terroso, fusibile, vitreo; terra com-*

bustibile, grassa, oleosa, mercuriale, ecc. Per avere avuto soverchia estensione, l'idea non esprimeva dunque più la cosa osservata; e quando Boyle voleva ricercare lo zolfo, il mercurio ed il sale degli alchimisti, questi elementi non esistevano più: l'idea era logora. Lungo tempo dopo s'indicavano colla parola *sulfureo* le proprietà asfissianti d'un gaz; colla parola *calcinazione* (trasformazione in calce), la combustione di una sostanza fissa al fuoco; ma queste parole esprimevano allora certe proprietà dello zolfo in combustione, o di sostanza calcare.

Così è del nostro linguaggio moderno. È cosa impossibile il definire un acido od un sale in modo che comprenda tutt'i corpi indicati sotto queste appellazioni. Quindi è che noi abbiamo acidi privi di sapore, che non s'arrossano dal tornasole, e non si neutralizzano dagli alcali; noi ne abbiamo che contengono ossigeno senza idrogeno, ed altri idrogeno senza ossigeno. Il significato della parola *sale* fu anzi talmente variato, che il sale marino, questo sale dei sali, il quale diede il suo nome a tutti gli altri, finì coll'essere escluso dalla classe dei sali propriamente detti (49).

Da questo si vede come una nozione, semplice e determinata, perda della sua precisione quando altre nozioni vi si frammischino. Invece della nozione antica, dacchè ci facciamo a distinguere, noi troviamo un dato numero di cognizioni novelle meglio definite. Della cognizione primitiva può perdersi fino il nome; e verrà un tempo in cui non esisteranno nè acidi, nè sali, come non si trovò più nè zolfo, nè mercurio quando non se n'ebbe più bisogno. Tutti sulle prime ne ammisero l'esistenza; non se ne fece la ricerca appunto quando essi erano divenuti inutili.

Gli elementi chimici non potevano isolarsi, perchè non indicavano che delle proprietà, quindi niuno si affaticava per ottenerli; venivano riguardati come le parti costituenti di tutti i corpi.

Non si distinguevano punto i corpi organici dalle sostanze minerali; la loro natura diversa attribuivasi soltanto a diverse proporzioni degli elementi. L'aceto si collocava nella

medesima classe degli acidi minerali; l'alcool o spirito di vino nella classe del bicloruro di stagno, o spirito di Libavius; il cloruro o butirro di antimonio nella classe del butirro vaccinico.

Ai tempi di Geber l'azione chimica fu assimilata ad una azione organica; nel XIII secolo sorse l'idea che il fenomeno della vita fosse analogo all'azione chimica.

Nei tempi più remoti si credeva che i metalli si svolgessero per mezzo di sementi, non altrimenti che le piante; più tardi si ammise che le azioni chimiche producevano la semente.

Gli antichi riguardavano la fermentazione e la putrefazione come la causa della produzione delle piante e degli animali, mentre oggidì alcuni fisiologi e patologi, al contrario, riguardano la produzione e lo sviluppo di certi vegetali o animali piccoli come la causa della fermentazione e della putrefazione.

I fenomeni fisici non possono rendersi sensibili fuorchè coll'aiuto d'immagini o di nozioni tolte ad imprestito dalla scienza della natura. Così è che si spiega facilmente l'introduzione dei termini alchimici nel linguaggio volgare, per cui vengono indicate le cose comuni della vita, ove si pensi che, dal XIII fino al XV secolo, tutto quanto lo scibile sulla natura e le sue forze riducevasi all'alchimia, alla magia ed all'astrologia.

I fenomeni organici, la vita stessa, la morte, la risurrezione, sembravano più intelligibili nel linguaggio dell'alchimia, cioè, della scienza di quei tempi.

« Noi poveri uomini, dicea Basilio Valentino, noi siamo *salati* dalla morte, da noi ben meritata, e restiamo nella terra finchè, marciti dal tempo, saremo finalmente destati dal calore e dal fuoco celeste, per risorgere in cielo, per essere purificati dalla sublimazione, dalla quale derivano gli escrementi, i peccati e le impurità ».

Lutero nella sua *Cemonica* tesse l'elogio dell'alchimia per le « belle e deliziose immagini sulla risurrezione dei morti; perchè, soggiunge Lutero, siccome il fuoco estrae la miglior parte d'ogni materia, e separa il male, così esso in-

nalza lo spirito al disopra del corpo, e ne develle la materia morta; e così anche Iddio, nell'estremo giudizio, separerà col fuoco gli empii dai fedeli e dai giusti; i giusti saranno allora elevati al cielo, gli impuri rimarranno nell'inferno ».

Nel secolo XIII cominciò a sorgere l'idea che la pietra filosofale possedesse la proprietà di rendere i corpi sani e giovani. Quest'idea si sviluppò dal concetto che il processo della vita fosse puramente chimico. Colla pietra filosofale si mondavano i metalli delle loro impurità, si risanavano, si convertivano in oro; e si venne nell'idea che la stessa cosa succedesse nei corpi umani. Arnaldo Villanova, Raimondo Lullo, Isacco Holland s'occuparono della sua forza curatrice. Holland dice: « Prendine un pezzetto uguale ad un grano di miglio, e porgilo, mescolato col vino, ad un ammalato: esso porterà la sua azione sul cuore, e quindi si diffonderà per tutti gli umori. L'ammalato suderà, nè per questo si sentirà debole, ma, al contrario, sarà forte ed ilare. Questa porzione deve ripetersi di 9 in 9 giorni; e l'uomo non crederà più di essere uomo, ma piuttosto uno spirito; egli diverrà vigoroso come se fosse stato nove giorni in paradiso, e si fosse nudrito dei frutti celesti ». Salomone Trismosino afferma di essersi ringiovanito con un grano di pietra filosofale; donde la sua pelle, di gialla che era e grinzata, si fece liscia e bianca, le guancie gli si fecero rubiconde, gli si annerirono i grigi capelli, gli si raddrizzò il curvo dorso; ritornò a fiorente giovinezza donne di 90 anni.

Dopo che nacque l'idea che la pietra filosofale costituisse una medicina universale, ne seguì naturalmente che s'applicò l'animo ad impiegare ad uso medico i preparati chimici; quindi ha origine un nuovo periodo nella storia di questa scienza.

Infatti, posto che la pietra filosofale possedesse in egual grado le facoltà di nobilitare i metalli, e di risanare i corpi, ne derivava che il corpo ammalato costituiva un mezzo adatto a riconoscere la *materia prima*, ed a saggiarne il valore; imperocchè, il numero delle malattie che quel

tale preparato chimico poteva guarire, somministrava una indubbia prova di paragone. Quanto maggiore era il numero delle malattie sanate da un preparato chimico, tanto più si avvicinava, nelle sue proprietà, alla pietra filosofale. La vera pietra doveva guarire tutte le malattie senza eccezione.

Il tesoro terapeutico della medicina galenica non conteneva alcun medicamento chimico, e consisteva unicamente in sostanze organiche: muschio, rabarbaro, castoro, canfora, tamarindi, radice di zedoaria e simili, erano i principali medicamenti. La preparazione dei rimedii consisteva nell'arte di convertire queste sostanze in misture ed elettuari; le erbe, le corteccie, le radici si somministravano agli ammalati sotto forma di decozioni o di polveri.

Sull'autorità di Galeno tutti i preparati metallici erano stati sino allora banditi dalla medicina; i preparati di mercurio erano tenuti assolutamente come velenosi. Aveva bensì Avicenna accordato all'oro ed all'argento la proprietà di purificare il sangue; ma questi metalli dovevano propinarsi regolarmente soltanto in pillole; ed ancora sul finire del secolo XV l'uso esterno del mercurio, estinto nel grasso, incontrò la più viva opposizione.

Quando si pensi che le dottrine di Galeno, in ordine alle cagioni delle malattie, ed all'azione dei medicamenti, per ben tredici secoli erano tenute in conto di verità incontrastabili, e si erano cattivato tutta quanta la venerazione, come di dommi di fede, facilmente si comprenderà quanta impressione dovessero aver prodotto sull'animo dei medici di quel tempo le scoperte fatte nel secolo XVI relativamente agli effetti veramente maravigliosi dei preparati di mercurio, di antimonio e di altri metalli. Si dischiuse tutto quanto un terreno di nuove scoperte, grazie alle idee degli alchimisti ed all'applicazione dei medicamenti chimici.

Nel sangue venne scoperta una proprietà posseduta dalle sostanze alcaline, e nel sugo gastrico un'altra, propria degli acidi. Si credè scorgere perciò un contrasto fra le due so-

stanze; contrasto che assai bene corrispondeva a quelli delle qualità galeniche.

Dalla combinazione degli acidi cogli alcali ne risultavano nuovi corpi, dotati di proprietà affatto diverse, i quali non erano nè acidi nè alcali; nei così detti alcali dolci si riconobbe la qualità di porsi in effervescenza, in contatto cogli acidi, e con questo parve spiegata l'essenza di ogni fermentazione che si credeva dipendente dalla effervescenza. Mescolando alcali con acidi si osservava uno svolgimento di calorico nei fluidi, senza che apparisse indizio sensibile di combustione. Parve quindi chiarito lo sviluppo di calorico per mezzo della respirazione.

Come mai si poteva acconsentire alla teoria di Galeno relativa ai fenomeni della vita ed ai medicamenti, quando venne dimostrato, che tutte le sue opinioni, riguardo ai metalli ed ai loro preparati, erano intieramente false, quando venne scoperto che le proprietà del corpo organico e gli effetti dei rimedii si appoggiavano sopra basi che Galeno non aveva additato, perchè egli non le conosceva? Non gli elementi soltanto offerti dalle proprietà fisiche, ma quelli ancora, che dalle proprietà chimiche derivano, dovevano quind'innanzi, nello spiegare i procedimenti organici, chiamarsi a rassegna e prendersi a calcolo.

Non solo dai rapporti dell'umido e del secco, del caldo e del freddo, ma anche dalle proporzioni di sale, di mercurio, di zolfo, di sale alcalino, di acidità dipendevano i fenomeni della vita e gli effetti dei rimedi.

In seguito a queste nuove idee l'arte salutare prese un'altra forma.

Siccome la regolare chimica composizione degli umori costituiva lo stato di salute, così una chimica miscela innormale costituiva la cagione prossima della malattia; per mezzo delle prevalenti qualità chimiche dei medicamenti poteva fugarsi la malattia, restituirsi la salute.

Alla chimica composizione della bile, della saliva, del sudore, dell'urina doveasi sovrattutto allora avere riguardo nella scelta dei sussidii terapeutici: era questo un immenso

progresso. Si fece l'importante scoperta che la composizione dell'urina si connetteva in un determinato modo colle malattie; e siccome, in questo periodo della scienza, tutti gli effetti si scambiavano colle cagioni, perciò le deposizioni dell'urina, il tartaro, si prendevano per cagioni di molte malattie.

Nella mente di Paracelso s'incorporano le idee di quel tempo; e le opere di Galeno e di Avicenna cessavano di regnare, poichè Paracelso le consegnò alle fiamme in Basilea, imitando l'esempio di Lutero, che poco prima aveva abbruciato la bolla del papa. Tutto accennava al termine delle vecchie dottrine.

Si era abbandonata la natura, così diceva Paracelso, e si era andato dietro a sogni fantastici; epperciò conveniva rivolgersi, così diceva, al libro aperto della natura, libro *scritto dal dito di Dio.* Il sole, non la triste lampada d'una camera, deve somministrare la vera luce; gli occhi, che lo sguardo spingono entro l'esperienza delle cose, questi siano i veri professori: non si falsi la natura, ma si prenda quale ella è, ed intiera, dai libri e dalle fantasie umane vennero gli errori e le oziose polemiche: « Seguo me, non voi, Avicenna, Rhases, Galeno! me, non voi, dottori di Parigi, di Montpellier, della Svevia, di Colonia, di Vienna e di tutti i paesi che sono presso il Danubio ed il Reno; me, non voi, isole del mare; nè voi Italia, Dalmazia, Atene, nè te greco, te arabo, te israelita! me e non voi seguo; mio è l'impero ».

In Paracelso brillano tutte le idee e tutti gli errori dell'età sua. Una forza gigantesca in lui lottava contro i lacci esterni che lo vincolavano: ebbe l'istinto, non la coscienza della retta strada, che egli invano cercò nella selva che lo circondava: da ciò derivano le contraddizioni: ma la sua parola fu la guida di un secolo: « la vera utilità della chimica non è quella di fare dell'oro, ma di preparare rimedii ».

Per opera di Paracelso la chimica, dalle mani dei fabbricatori d'oro, passò in quelle dei medici, assai più colti ed istruiti; e poichè, si egli che i suoi successori, prepa-

ravano eglino stessi i medicamenti, giudicò che le cognizioni chimiche, e la pratica delle operazioni chimiche erano tra gli essenziali requisiti del medico.

Nei secoli XVI e XVII le dottrine si aggravavano ancora attorno alla presenza di qualità occulte, finchè ulteriori esperienze condussero alla importante verità che *qualità* e *materia* erano realmente inseparabili; quanto a noi, non possiamo più immaginarle separate.

Lungo tempo ancora dopo Paracelso si credeva che le operazioni chimiche per la sostanza medicinale fossero uguali alla digestione, rispetto agli alimenti d'onde trae origine il sangue. Per una triplice sublimazione del mercurio sublimato corrosivo col mercurio metallico si otteneva il calomelano; col mezzo di una novemplice sublimazione si aveva la *panacea mercuriale.*

I principali elementi che secondo Platone costituiscono le forze vitali, spettano, secondo i seguaci di Paracelso, all'*Archeo*, il quale ha sede nello stomaco, e, dotato di tutte le passioni dell'uomo, governa la digestione, i fenomeni del movimento ed i moti dell'anima.

Allo spregio col quale gli odierni medici riguardano le dottrine di Paracelso e de' suoi seguaci, le quali, non altrimenti che le idee degli alchimisti sulla conversione dei metalli, da molti si deplorano come aberrazioni mentali, il cultore delle scienze naturali, che vanta le conquiste dello intelletto nel dominio della verità, rimane umiliato nel suo orgoglio pel quotidiano avvicendarsi di contraddizioni, che sembrerebbero impossibili se non esistessero in fatti.

E per verità, oggidì ancora, come altra volta, i metodi di Galeno e di Paracelso signoreggiano le menti della maggior parte dei medici; molte delle loro dottrine rimasero le stesse, cangiate soltanto le espressioni. L'Archeo del secolo XVI venne, nel secolo XVIII e sul principio del XIX, trasformato nella *forza vitale* dei naturalisti, ed ancora al presente ei continua sotto la denominazione di *forza nervosa.* Quanto alle condizioni della medicina teorica niuno s'illuderà, il quale pensi come ai giorni nostri in cui pare che diffondano, come il sole, la loro luce, i retti principii

dell'analisi, nella scienza salutare invece, appena appena abbia potuto prodursi una dottrina cui possano i nostri posteri aggiustar fede.

Chi può affermare che la maggior parte degli scienziati della nostra età, nella cognizione della natura e delle sue forze siano assai più avanti che gli jatrochimici del secolo XVI, al vedere come le centinaia di medici allevati nelle nostre Università adottino, come verità, massime spoglie di ogni esperienza e che fanno a pugni col senso comune? Uomini i quali credono che gli effetti dei medicamenti derivino da certe forze o qualità, le quali possano essere messe in moto ed accrescersi coll'attrito e colle scosse, e trasmettersi ad una sostanza inerte; uomini i quali credono che una legge di natura, che non ammette eccezione, sia falsa in ordine alle sostanze medicinali, poichè pensano che l'attività di queste possa crescere coll'assottigliarsi o col diminuirsi della sostanza attiva? Veramente si è tentati a credere che la medicina, fra le scienze naturali, occupi l'ultimo posto come scienza induttiva. Come l'agricoltore da un nuovo aratro, da una nuova macchina per seminare, da un nuovo concime, da un nuovo metodo di coltura attende la sua fortuna, quand'anche questi mezzi non rettamente adoperati deteriorino soltanto il suo podere e possano renderlo anzi tempo più povero di quello ch'ei lo sarebbe divenuto senza di essi, così il medico in una nuova medicina, in un nuovo metodo di cura, nel ristaurarsi di una immaginaria composizione del sangue, dell'urina, cerca, non di rimuovere una pietra d'inciampo, ma cerca la sferza cui adopera il cocchiere a fine di spingere avanti il cavallo carico di grave peso, quand'esso non può più camminare; e quando la natura si aiuta, vuol farci credere che la sferza sia appunto stata la forza ed il mezzo per cui si è restituita la salute.

Tali cose sono utili, fors'anche necessarie; ma non possono sgombrare la via a tutti quelli che vengono dopo, e giovano soltanto in un dato caso particolare a sdrucciolare sopra le difficoltà. Riguardo alla fantasia poi, essa si adopera a guisa di un ponte; si tragitta questo felicemente?

Allora, invece di consolidarlo con forti e durevoli fondamenta, si lascia che dietro di noi rovini; in caso diverso, la scienza viene chiamata in colpa. L'arte sperimentale somministra materiali, ma giammai una somma di sperimenti si è, per mezzo di materiali, convertita in corpo di scienza. Il materiale di costruzione è pronto, e copre il terreno su cui deve innalzarsi l'edifizio, ma non sono d'accordo fra loro i fabbricatori, nè hanno concertato il piano: uno vuole la casa di legname, l'altro di pietre e di legno, il terzo la vuole di pietre e di ferro. Fabbricherebbero tuttavia ancora quei tre un magnifico edifizio, se non fosse degli operai i quali vogliono una casa di paglia e costruita in aria. Quindi è che, dopo 2000 anni, preparate ancora non sono le fondamenta.

Digitized by Google

LETTERA TERZA

Composizione della carne. — Fibrina, albumina, estratto di carne. — Preparazione della carne; bollitura, arrostimento. — Composizione del brodo. — Creatina, creatinina, inosite, acido lattico. — Efficacia del brodo estratto dalla carne; tavolette di brodo.— Gelatina.

Il pane e la carne, ossia il nutrimento vegetabile e animale, rispetto alle funzioni che gli uomini hanno comuni cogli altri animali, operano in un modo solo; essi danno origine, nel corpo vivente, agli stessi prodotti. Per la sua composizione, il pane contiene, nell'albumina vegetale e nella fibrina del glutine, due elementi integranti della carne, e, nelle sue parti incombustibili, i sali indispensabili alla formazione del sangue; e tali principii contengonsi nel pane in quella composizione ed in quella stessa proporzione in cui si trovano nella carne; ma la carne contiene inoltre alcuni altri principii che nelle sostanze nutrienti vegetabili mancano affatto; e appunto dalla presenza di questi altri principii costitutivi della carne derivano certi effetti, pei quali la carne differisce essenzialmente dalle altre sostanze nutritive.

Se un pezzo di carne muscolare, sottilmente tagliata, si lavi con acqua fredda e si sprema, se ne ottiene un resi-

Digitized by Google

duo di sostanza bianca, fibrinosa, composta di fibra muscolare, di tessuto cellulare, di vasi e di nervi.

Col mezzo d'una perfetta lozione l'acqua fredda scioglie da 16 a 24 per 100 in peso di carne asciutta; la fibrina della carne, ossia l'elemento principale della fibra muscolare, costituisce più di 3|4 del peso del residuo della carne lavata. Se questo si scaldi, dopo la spremitura, ai 70 od 80 gradi del termometro centigrado, allora le fibre si restringono, si corrugano e s'induriscono a guisa di sostanza carnea; succede un'alterazione, una specie di rapprendimento, per cui la fibra carnea perde la sua proprietà d'assorbire e ritenere l'acqua a guisa di spugna; quindi è che scorre acqua senza aggiungervene, e quel residuo riscaldato nuota nell'acqua. La carne poi, macerata e cotta, non meno che il brodo in cui si cosse, è insipida affatto, od ha un leggero sapore disgustoso; quella carne non si può masticare, ed è perfino dai cani rifiutata.

Tutte le parti sapide della carne stanno nel succo carneo, e possono esportarsi per mezzo dell'acqua fredda.

Ove si riscaldi gradatamente fino all'ebollizione l'avanzo acquoso di carne, arrossato per l'ordinario dalla materia colorante del sangue, pervenuto il liquido alla temperatura di 56 gradi del termometro centigrado, l'albumina che vi stava sciolta se ne separa in forma di fiocchi; a 70 gradi si rapprende la sostanza colorante del sangue; il liquido diventa giallognolo chiaro, e colorisce in rosso la carta di tornasole, indizio della presenza d'un acido libero. La quantità dell'albumina che, rappresa in fiocchi, si separa, varia assai a seconda degli animali. La carne degli animali vecchi ne somministra non rare volte che 1 a 2 per cento; quella degli animali giovani fino a 14 per cento.

Il residuo di carne che si ottiene, dopo averne tolta l'albumina e la sostanza colorante del sangue per mezzo dell'ebollizione, contiene il gusto aromatico e tutte le qualità del brodo preparato per mezzo della cottura della carne stessa. Coll'evaporazione, anche a mite calore, s'intorbida, quindi imbrunisce ed acquista il gusto di carne arrostita; disseccata rimane, in proporzione di 12 a 13 per cento di

carne, una massa bruna alquanto molle, la quale facilmente si scioglie nell'acqua fredda, e sciolta in 32 parti circa di acqua calda, aggiungendovi una piccola quantità di sale comune, conferisce a quest'acqua il gusto e tutte le qualità di un eccellente brodo di carne: assai intenso è il sapore di quest'*estratto di carne* disseccato; non v'ha cuoco che possa somministrare un mezzo che a questo equivalga come sostanza corroborante.

Il residuo carneo ottenuto coll'acqua fredda, a qualunque animale spetti, è dotato della stessa composizione, così che in tale stato è impossibile il distinguere la carne di bue da quella d'uccello, o di capriolo, o di maiale, ecc.

Al contrario, il brodo della carne dei diversi animali, oltre al sapore comune per cui tutti i brodi di carne si rassomigliano, possiede ancora un sapore particolare assai analogo all'odore ed al sapore della carne arrostita dei rispettivi animali, così che, se alla carne cotta di capriolo si aggiunga del sugo concentrato di carne bovina o gallinacea, quella non si potrà più distinguere da quest'ultima.

La fibra carnea, come risulta dal fin qui detto, è naturalmente involta e commista da una soluzione albuminosa, la tenerezza della carne cotta ed arrostita dipende dalla quantità dell'albumina contenuta entro la sua sostanza, per cui viene impedito l'indurirsi ed il corrugarsi della fibra carnosa. La carne, cotta fino alla temperatura in cui si rapprende l'albumina, conserva il colore di sangue; elevata fino ai gradi 70, 74 del centigrado, alla quale temperatura si rapprende la materia colorante, è intieramente cotta.

Dalle cose anzidette derivano alcune conseguenze, di cui forse non è inutile di far menzione. Se il pezzo di carne destinato per cibo si getti nel recipiente quando l'acqua è in forte ebollizione, se questa si mantenga per alcuni minuti, e quando il vaso si deponga in un luogo caldo, sì che la temperatura dell'acqua si mantenga dai 70 ai 74 centigradi, allora si trovano riunite tutte le condizioni richieste affinchè la carne acquisti tutte le qualità, per cui possiamo alimentarcene.

Allo immergersi nell'acqua bollente, bentosto l'albumina

della carne va coagulandosi dall'esterno all'interno, e forma una specie d'involucro, il quale impedisce che il sugo fluisca fuori della carne, e nello stesso tempo l'acqua entri nella carne; questa rimane sugosa, e tanto sapida quanto può esserlo; la maggior parte degli alimenti saporiferi restarono entro la carne.

Al contrario s'immerga un pezzo di carne nell'acqua fredda e la si faccia bollire lentamente, allora la carne va spogliandosi delle sue parti solubili e saporifere, di cui si impregna il brodo; dall'esterno all'interno l'albumina si scioglie; la fibra muscolare perde più o meno della sua debole struttura, e s'indurisce; quanto più è sottile la carne, tanto maggiore è la perdita delle parti sapide.

Quindi si spiega il noto fatto, per cui il metodo di cottura, che somministra il miglior brodo, offre la più arida, dura ed insipida carne, mentre, per avere carne gustosa, conviene rinunziare al buon brodo.

Se carne tagliata sottilmeete si scaldi lentamente fino all'ebollizione entro un peso d'acqua uguale al suo, si mantenga l'ebollizione per alcuni minuti, e poscia si filtri e si sprema, allora si ottiene il più corroborante e sapido brodo, che ottener si possa dalla carne.

In seguito ad una ebollizione più inoltrata, ne uscirebbe una alquanto maggiore proporzione di elementi organici, ma il sapore e la qualità del brodo non crescerebbero perciò nè migliorerebbero. Per l'influenza del calore sulla fibra muscolare, fluisce al di fuori una certa quantità d'acqua o di sugo carnoso, d'onde nasce che la carne, qaantunque bollita nell'acqna, tuttavia perde del suo peso, fino al 15 p. c. nell'acqua fresca: in pezzi di grosso volume questa perdita è minore.

Anche all'arrostirsi della carne il calore deve essere vivissimo sul principio, poi si può temperarlo anche di molto. Il sugo della carne che durante l'ebollizione fluisce o si svapora, col mezzo di un acconcio modo di arrostirsi, rimane sulla superficie della carne, la quale acquista quel colore bruno e brillante che ha, unitamente a quel forte e ristorante sapore di arrosto.

Digitized by Google

Gli elementi del sugo carnoso o del brodo, sono assai numerosi e non ancora abbastanza conosciuti; però quel poco che se ne conosce è di grande importanza: niuna parte del corpo v'ha, che sia più composta di quanto lo sia quella parte che noi chiamiamo un muscolo. Innumerevoli nervi, non meno che sottili vasi con entro colorati liquidi, od incolori, si diramano nella sostanza propria del muscolo; quanto ne viene esportato col mezzo di ripetute lavature, contiene le parti solubili del muscolo stesso.

Il brodo è come la carne medesima, di natura assai complicata. La massima parte de' suoi principii è ricca di azoto; due di essi, la *creatina* e la *creatinina*, si possono ottenere in bei cristalli trasparenti, incolori; il brodo è poi massimamente ricco di materie minerali; esse formano più di 1|4 del peso dell'estratto secco della carne.

L'acido libero del brodo sembra derivare da una mutazione, che succede istantaneamente, subito dopo la morte, o nel bollire; i muscoli degli animali recentemente uccisi, prima che si manifesti la rigidità cadaverica, non arrossano la carta di tornasole.

La creatina è di quelle sostanze, che si chiamano indifferenti, in quanto che non manifesta le qualità, nè di acido, nè di base.

La creatinina al contrario, che nel brodo occorre in assai minore quantità, che la creatina, è una forte base organica; essa è analoga alla classe delle basi organiche azotate del regno vegetale, cui appartengono i più terribili veleni non meno che i più efficaci rimedi; è di reazione alcalina, ed unita agli acidi, forma sali cristallizzabili. Essa trovasi soltanto negli organismi animali.

La creatina e la creatinina sono prodotti del processo vitale, e sono parti integranti della carne di tutti gli animali vertebrati esaminati finora.

La carne dell' uomo è specialmente ricca di creatina. Queste due sostanze hanno una stretta attinenza fra di loro: contengono gli stessi elementi, e nelle stesse proporzioni, eccettuato l'idrogeno e l'ossigeno; la creatina cioè, contiene gli elementi di quattro equivalenti di acqua più

che la creatinina; ambedue possono, l'una nell'altra convertirsi. La creatina, per l'azione di un forte acido, perde quattro equivalenti d'acqna, e ne nasce la creatinina, che neutralizza una parte dell'acido stesso. La creatinina separata dalle sue combinazioni col cloro e collo zinco, ripiglia l'acqua, e si converte di bel nuovo in creatina (Heintz).

La presenza di questi due corpi, non meno che i loro sopraccennati notevoli raporti danno fondamento a credere che siano di non lieve momento pel processo della vita; sembra particolarmente, che una influenza venga a questo riguardo esercitata dal passaggio della creatina in creatinina.

Dal sugo di carne, (di cuore di bue) per mezzo della distillazione insieme coll'acido solforico, si sono ottenute ancora piccole quantità di acidi volatili, di acido butirrico, di acido acetico, di acido formico, e dal residuo si ottenne l'*inosina*, corpo non azotato, che nella sua composizione somiglia allo zuccaro di latte, ma ne differisce in molte fra le sue proprietà (Scherer); il brodo inoltre, principalmente quello di gallina, contiene un acido privo d'azoto, anche simile all'acido lattico, ma diverso da questo pe'suoi sali, e contiene di più ancora un acido azotato, cioè l'*acido inosinico*.

Tutte queste sostanze costituiscono soltanto una piccola parte dell'estratto di carne: la maggior sua massa consta di sostanze non cristallizzabili, le cui proprietà non si sono ancora abbastanza studiate, così che non si conoscono ancora i mezzi di separarle l'una dall'altra. A queste appartengono principalmente i principii sapidi del sugo carnoso, e quelli fra loro, che a leggiero calore così facilmente si imbruniscono; quindi pure deriva una sostanza, che ha colla gelatina la proprietà di precipitare per mezzo del tannino, o di un estratto di noce di galla, i densi fiocchi uniti.

Nel residuo di carne ripetutamente lavata non si scopre indizio di acido urico, e nell'estratto di carne acquoso non si scoprono nè acido urico, nè urea: ciò sembra dimostri che questi prodotti delle mutazioni organiche, destinati al

l'escrezione, vengano portati via con qnella prontezza con cui si formano. Il sugo della carne contiene una combinazione di cloro, non il cloruro di sodio (sale di cucina), ma preferibilmente il cloruro di potassio. Questo è degno di attenzione, tanto più che il sangue circolante nei muscoli è relativamente così ricco di sale comune. Il sugo di carne contiene senza dubbio nella propria composizione tutte le condizioni necessarie alla composizione dei muscoli ed allo esercizio di tutte le loro funzioni, la sua albumina contiene quelle materie per cui questa si converte in fibrina, e negli altri principii contiene le condizioni atte a produrre il tessuto cellulare, ed i nervi.

Il sugo carnoso contiene i principii nutritivi del muscolo; il sangue quelli del sugo carneo: il sistema muscolare è l'origine d'ogni forza nel corpo animale; e sotto questo aspetto, il sugo di carne può riguardarsi come la condizione più prossima della produzione di forza.

Da ciò si rende chiara l'azione del brodo di carne; esso costituisce la medicina dei convalescenti. Niuno ne apprezza la virtù meglio del medico negli ospedali, dove il brodo di carne non può da verun'altra sostanza medicinale surrogarsi, come mezzo di ristorare le esaurite forze degli ammalati; evidente è la sua azione ravvivante sull'appetito, sugli organi della digestione, sul colorito e sull'aspetto degli ammalati.

È manifesto, che gli elementi del sangue una intiera serie di mutazioni debbono subire prima che acquistino quella forma e composizione, che è appropriata alla produzione del muscolo vivo, prima che essi si convertano in elementi del sugo della carne. Nella carne noi abbiamo quesli prodotti belli e preparati, non nel nostro organismo, ma in un altro; ma è probabilissimo, che essi, od una parte di essi abbiano la facoltà di produrre effetti uguali in un secondo organismo, non altrimenti che in quello in cui vennero formati. In ciò consiste manifestamente l'alto pregio d'ogni carne, come sostanza nutriente; l'erba, il fieno, i pomi di terra, le rape, il pane ecc. producono bensì sangue e carne entro il corpo vivo, ma niuna di queste

sostanze nutritive riproduce carne con prontezza uguale a quella del nutrimento animale, e ne ripara con così piccolo consumo di forza organica la sostanza muscolare, che si era perduta nelle fatiche.

Dotti e sperimentati medici e chimici, fra i quali sovrattutto Parmentier e Proust, si adoperarono, molti anni or sono, a promuovere un uso più generale dell'estratto di carne: « Per un corpo di truppe in marcia, dice Parmentier, l'estratto di carne offrirebbe ristoro ai soldati gravemente feriti; un mezzo, che, sciolto in poca quantità di vino, riparerebbe sull'istante le forze indebolite in seguito di copiosa emorragia, e porrebbe il ferito in grado di tollerare il trasporto nel prossimo ospedale militare ». E Proust soggiunge non potersi imaginare mezzo più acconcio di questo: « Quale medicina più ristorante, ei dice, quale panacea più efficace, che un poco di questo prezioso estratto di carne, diluito in un bicchiere di vino generoso? Le più squisite imbandigioni della gastronomia sono riserbate ai viziati figli della richezza! e nulla avremo nei nostri lazzaretti campali per quegli infelici, condannati dal destino a sopportare per noi gli orrori di una lunga guerra di morte nella neve e nel fango delle paludi? »

Ora, poichè la scienza ci svelò sufficientemente la natura e la composizione del sugo della carne, a noi pare un vero obbligo di coscienza il raccomandare nuovamente all'attenzione dei governi le proposizioni di quei nobili personaggi.

In Podolia, a Buenos-Ayres, nel Messico, in Australia, in molte parti degli Stati-Uniti dell'America settentionale dove la carne bovina o la carne di pecora è a prezzo vilissimo, si potrebbero con mezzi semplicissimi raccogliere grandissime quantità del migliore estratto di carne, il cui trasporto forse sarebbe il massimo giovamento alle popolazioni, che in Europa si nutrono di pomi di terra. Nei numerosi ospedali del continente e pei miseri loro abitatori questo estratto di carne potrebbe sostituirsi al brodo, ed il medico potrebbe in esso prescrivere sempre ed in ogni circostanza un brodo di carne di composizione uniforme, e soavemente corroborante.

Si è già più volte cercato di fabbricare in grande l'estratto di carne in quei paesi, dove la carne è a basso prezzo, e di farne oggetto di commercio sotto il nome di tavolette da zuppa (*tavolette di brodo*), ma il prodotto di quelle fabbricazioni non ebbe favore e non venne impiegato negli ospedali, dove si sarebbe preferibilmente dovuto usare. La ragione di ciò stava nel prodotto stesso, che era troppo caro, e si temeva, che esso non avesse le proprietà e non producesse gli effetti del brodo.

La cattiva composizione delle così dette tavolette di brodo fu in gran parte l'effetto di una affatto erronea opinione sulla cagione dell'efficacia del brodo di carne. Si vide cioè che il brodo preparato colla cottura della carne, ad un certo grado di concentrazione, non altrimenti che tutti i sughi ristoranti e gustosi, si converte in una gelatina, e si è creduto, senza una ragione al mondo, che questa sostanza, la quale in massima parte è visibile, fosse anche la più efficace e la più essenziale, ed il precipuo elemento del brodo; ne seguì che si venne scambiando la sostanza gelatinosa col brodo stesso; e come i fabbricanti delle tavolette di brodo videro che la miglior carne non dava le tavolette più belle che la carne bianca le rendeva più sode e più leggiere, e che i tendini, le cartilagini, le ossa, i piedi, l'avorio ed il corno di cervo somministravano le più belle, le più lucide pastiglie, che a buon mercato si acquistavano, ed a caro prezzo si vendevano; quindi l'ingnoranza e la cupidità del guadagno surrogarono i più preziosi elementi della carne, la colla, che dalla colla comune dei legnaiuoli non differiva se non pel maggior costo.

Niuna meraviglia quindi, se un tale prodotto non potè trovar favore.

L'idea erronea, che la sostanza gelatinosa costituisca il principio attivo del brodo, fu cagione ultimamente, che nell'ospedale di S. Luigi, in Parigi, si cercasse di surrogare per metà il vero e prezioso brodo di carne colla gelatina, ottenuta dalle ossa per mezzo della cozione; ma d'allora in poi l'efficacia della sostanza gelatinosa fu oggetto dell'attenzione di dotti personaggi (Donné), ed i fatti da loro

esposti condussero ad un contrasto di opinioni, in conseguenza del quale si è proceduto a ricerche notevoli (fra cui quelle principalmente di una commissione dell'Accademia francese, a capo della qualle stava Magendie) sulla facoltà nutritiva della gelatina e sulla nutrizione in generale; per le quali ricerche gli antichi errori si rettificarono, ed una quantità di nuovi fatti si stabilirono, relativi alla facoltà nutriente di molte sostanze alimentari, animali e vegetabili. Ora è dalle convincenti osservazioni dimostrato, che la sostanza gelatinosa, per sè insipida e nauseante, è priva affatto di facoltà nutriente; che, quantunque associata ai principii sapidi della carne, pure è inetta a mantenere il processo della vita; che non accresce in alcuna guisa la forza nutriva dei cibi, ma al contrario le nuoce e la rende imperfetta, insufficiente; che l'uso ne è anzi più dannoso che utile, perchè, dissimile in ciò dalle sostanze non azotate e destinate dalla natura alla respirazione, questa non scompare nel corpo senza residuo, ma sopraccarica il sangue di prodotti azotati, la cui presenza perturba ed incaglia i processi organici.

Noi sappiamo ora, che gli elementi essenziali del brodo di carne contengonsi preparati nell'estratto acquoso, e non sono prodotti dalla cucina, e che la gelatina del brodo è soltanto l'effetto della continuata ebollizione sul tessuto cellulare dei muscoli. Quindi è, che a nostri giorni si è rinunziato all'uso della gelatina, come di un mezzo nutritivo e corroborante.

LETTERA QUARTA

Ceneri della carne e del brodo. — Carne salata. — Differenze fra i principii minerali delle carni. — Ferro contenuto nella carne e nel sangue. — Carne di pesce. — Confronto fra le sostanze azotate dell'economia animale rispetto alla composizione.

L'esperienza ha dimostrato, che la facoltà nutritiva della carne cotta si diminuisce, quando la si adopera senza il brodo, ed apposite ricerche dimostrarono, che la carne moltissimo cotta e dilavata possiede appena appena ancora una facoltà nutriente. Nelle ricerche degli accademici francesi, un cane, che pesava 12,6 libbre ed ogni giorno si nutriva di 1|2 libbra di carne muscolare cotta, spremuta e sceverata, per quanto si potè, di adipe, perdè in 45 giorni 1|4 del suo peso; dopo 55 giorni la sua magrezza era pervenuta all'estremo, il cane poteva appena mangiare il quarto della sua porzione, ed appariva evidentemente esausto; però l'animale si mantenne vivo, i peli si conservarono lucidi e non si manifestavano sintomi di consunzione, come appunto succede ad animale che abbia ricevuto buon nutrimento, ma in troppo piccola quantità, non proporzionata a'suoi bisogni.

Per altra parte, si osservò, che i cani, ai quali si era giornalmente somministrata uguale quantità di carne cruda

(che contiene maggiore quantità di acqua e meno di sostanza solida, che la carne cotta) della peggiore qualità (di testa di pecora), dopo 120 giorni niun indizio offrirono di alterata salute, ed il loro peso rimase lo stesso. Senza dubbio, anche il primo animale sarebbe rimasto sano, qualora alla carne cotta si fosse aggiunto brodo; epperciò, il difetto di facoltà nutritiva della carne derivava dalla sottrazione degli elementi del sugo di carne.

Dei principii organici del brodo, per quanto risulta dalle ricerche finora instituite, niuno costituisce una parte integrante del sangue; noi concediamo che essi possano contribuire alla riproduzione di un muscolo nel corpo vivente, ma non possono convertirsi nell'albumina o nella fibrina del sangue; nè sono indispensabili al processo della digestione e della nutrizione, poichè il latte e gli alimenti vegetabili sono dotati di facoltà nutritiva, senza che contengano una sostanza simile a quelle.

Non si può adunque affermare che il difetto della qualità nutriente della carne sia determinato dalla sottrazione degli elementi *organici* del sugo carneo, ma abbiamo piuttosto ragione di credere che la causa di questo fenomeno debbasi cercare nei principii minerali del brodo, o del sugo di carne.

Basta volgere uno sguardo alle analisi della cenere della carne, a quella del sugo carneo, e della carne cotta e dilavata; per convincersi che nella cottura e lavatura della carne la maggior parte dei sali della carne passa nel liquido.

Se ora si confrontino i principii componenti le ceneri della carne con quelli del sangue degli animali carnivori, si troverà che ambidue (tranne il sale comune nel sangue) contengono gli stessi elementi quasi nelle medesime proporzioni. La carne contiene i sali del sangue in quella proporzione che è richiesta all'ematosi, e che non può in alcuna guisa perturbare i processi vitali. Ma quando la carne è cotta e ripetutamente lavata, una parte di quei sali se ne separa, la carne residua ne contiene una quantità assai minore di quella che è contenuta nel sangue.

Digitized by Google

La carne, ridotta in cenere, lascia un residuo del 3 1|2 p. c. (di carne secca) in sali; il residuo della carne cotta non ammonta all'1 p. c. Di 10 libbre di carne fresca si ottengono 42, 92 gram. di ceneri; se queste 10 lib. di carne si lavino ripetutamente e si facciano intieramente cuocere, allora di queste 42, 92 gram. 35 28 passano nel liquido; nella carne cotta rimangono 7, 64 gram.: tutta la carne contiene nella sua cenere più del 40 p. c. di sali alcalini; la carne cotta soltanto 4, 78 (Keller).

Tutta la quantità dei sali della carne sarebbe stata necessaria e sufficiente a generare dalla fibrina ed albumina un sangue dotato di uguali proprietà come nel sangue del corpo vivo; quindi risulta chiaramente che colla sottrazione dei 4|5 (82 p. c.) di questi sali, indispensabili alla ematosi, la carne venne a scemare in ugual proporzione, della sua forza nutritiva.

Per difetto di sali la carne non perdè punto la sua proprietà di subire mutazioni entro il corpo, ma i suoi componenti essenziali (fibrina ed albumina animale), per la mancanza dei necessarii *mediatori*, non hanno più attitudine a convertirsi nei principii componenti del sangue, e mentre perciò la carne diventò strumento (assai imperfetto) della respirazione, perdè di sua proprietà nutritiva; la sua forza sanguificante andò scemando collo scemarsi dei sali sottratti, e fors'anche perchè alla separazione dei medesimi tennero dietro rapporti e proporzioni inette all'ematosi. La carne molto cotta nella sua cenere contiene più del 17 p. c. di acido fosforico più di quanto è richiesto per la produzione di sali alcalini necessarii al sangue; per la divisione di questi sali, di cui una parte si converte in un sale acidulo, che noi possiamo credere venga separato dai reni, ed in un sale alcalino che servirebbe all'ematosi, ne nasce che resti ancora di più scemata la quantità efficace di questi principii delle ceneri.

S'intende ora perchè perda di sua facoltà nutriente la carne salata, e si comprende l'influenza cui l'uso esclusivo della medesima esercita sulla composizione degli umori e del sangue: non v'ha donna di casa che non sappia come

la carne fresca cospersa di sale dopo alcuni giorni nuoti in un'acqua salata, quantunque non siavisi aggiunta neppure una goccia d'acqua, e come il peso della carne posta nell'acqua salata diminuisca a misura che l'acqua cresce.

La carne fresca contiene cioè più di 3|4 del suo peso d'acqua, che vi sta come dentro una spugna. Assai minore è nella carne la facoltà di assorbire e trattenere l' acqua salata: a circostanze uguali assorbisce entro i suoi pori acqua saturata di sale in quantità minore della metà di acqua non salata. Ne deriva che la carne fresca, in contatto col sale comune, lascia fluire una data quantità della sua acqua, mentre questa va salandosi.

Però quest' acqua che fluisce non è acqua pura, ma è sugo di carne, e brodo di carne con tutti i suoi elementi efficaci, organici ed inorganici; la carne, salandosi, non altrimenti che cuocendosi, perde della sua forza nutritiva, per la sottazione e separazione dei sali che conteneva, necessari alla ematosi. Di tre quinti di carne uno può diventare inutile al processo vitale e convertirsi in cattivo stromento respiratorio. Si può andare incontro a questa perdita (il che fu tentato con buon successo), se il liquido salso si faccia evaporare fino alla intiera cristallizzazione del sale comune, e quindi l'acqua madre residua, di densità sciroppale (la quale contiene un'assai concentrata soluzione di estratto di carne), venga aggiunta alla carne salata, e adoperata insieme con essa, dopo che la medesima sia stata cotta. Sarebbe più comodo, quantunque più costoso, lo aggiungere alla carne salata i perduti elementi del sugo carneo, sotto forma del puro estratto di carne.

La carne contiene nella sua miscela certe generali condizioni per la digestione e per la nutrizione, nelle quali a lei somigliano gli altri alimenti, animali o vegetali; per mezzo della sua fibrina ed albumina, la carne possiede una determinata attitudine a produrre l'albumina e la fibrina del sangue, nell'adipe essa ha una determinata attitudine ai processi dell'ematosi, della calorificazione animale e delle secrezioni. Oltracciò, nei così notevoli principii del sugo carneo, la carne possiede una particolare attitudine

a processi di più alta importanza, pei quali si distingue da ogni altro alimento animale.

Non tutte le sorte di carni sono uguali in queste varie loro proprietà; la carne di vitello p. e., rispetto alla proporzione dei sali che contiene, differisce sostanzialmente da quella di bue; la quantità di cenere di ambe queste sorta di carni è bensì ad un dipresso uguale, ma la carne di bue è molto più ricca di alcali.

Tra le parti incombustibili della carne di vitello v'ha più del 15 p. c. di acido fosforico cioè più di quanto si richiede alla produzione di un sale alcalino di quest'acido; relativamente minore è la quantità della propria fibrina di facile digestione; la massima parte della fibra della carne di vitello è composta di una sostanza simile alla fibrina del sangue, che si diluisce nell'acqua salata e acidula senza sciogliervisi; abbonda il tessuto cellulare ed è per l'ordinario assai scarsa di adipe.

Assai differisce pur anche sostanzialmente la carne di vitello dalle carni rosse, dalla carne di bue p. e., per la minore quantità di ferro che quella contiene.

Fra le sostanze inorganiche il ferro, allo stato di ossido, forma un principio costituente del sangue: esso forma (diffalcato il sale comune) più del 20 p. c. di tutta quanta la cenere del sangue (sangue d'uomo, di bue, di pecora ecc.) La sostanza di questo fatto, come pure la così grande quantità di ferro contenuta nel sangue, attestano l'alta sua importanza pei processi vitali.

Il ferro è uno fra gli elementi essenziali della materia colorante del sangue, e perciò anche dei globuli sanguigni. I globuli sanguigni sono i mediatori di tutte le azioni del sangue; essi concorrono al cambio dei gas nella respirazione, ed a tutte le permutazioni organiche, alla produzione del calore e della forza. L'energia e l'intensità di questi processi sta in ragione diretta col numero dei globuli, e per ciò stesso, colla proporzione del ferro contenuto nel sangue. Si danno infermità, p. e. molti casi di clorosi, nelle quali il numero dei globuli sanguigni per circa 1|4 è diminuito nella cenere del sangue, ed il ferro pure lo è in

proporzione uguale, e l'esperienza mostrò che i sintomi di quelle infermità, la grande prostrazione delle forze, l'aspetto plumbeo, la bassa temperatura, cessano in tali casi, e la salute si restituisce, in seguito a piccole dosi di sali marziali.

Evidente è quindi la necessità del ferro, come parte essenziale degli alimenti. Non possiamo immaginarci globuli sanguigni senza ferro. Un robusto nutrimento deve, fra le altre cose, contenere una certa quantità di ferro, corrispondente a quella che si è fatta ogni giorno inetta e che è uscita dal corpo per mezzo del tubo intestinale. È positivo che, escluso il ferro dagli alimenti, la vita non può sostenersi (50).

Le sostanze alimentari vegetali, particolarmente i semi dei cereali, e per mezzo di questi il pane, contengono altrettanto di ferro, quanto la carne di bue, e sovratutto quanto ne contengono le carni rosse; la carne di vitello ne contiene un terzo di meno che quella di bue; il cacio, le uova, e specialmente i pesci, proporzionatamente agli alcali, ne contengono ancor meno.

Il latte, il cacio, le uova, i pesci spettano ai così detti cibi magri, o di vigilia; ed è assai verosimile che lo scopo cui mirano le prescrizioni religiose, colla esclusione della carne e specialmente delle carni rosse, trovino appunto la loro spiegazione nel difetto del ferro.

Gli altri principii incombustibili della carne di pesce sono gli stessi che quelli della carne bovina. Quando si cuocono i pesci, una parte degli elementi solubili della loro carne si scioglie nel brodo, che per l'ordinario non si usa; e per questa ragione resta diminuita la sua efficacia sulla ematosi: principalmente piccola è la facoltà nutritiva dei pesci disseccati e salati, i quali vengono ripetutamente lavati prima che siano adoperati per cibo.

In molti paesi dell'Alemagna si lava il baccalà con acqua di calce: l'istinto in quest'uso trovò un mezzo suggerito dalla scienza affine di trattenere nell'alimento una gran parte di acido fosforico sotto forma di fosfato di calce; così anche l'istinto, questo non fallace consigliere degli

uomini e degli animali, insegnò a fare, coi verdi legumi, coi pomi di terra, coll'insalata ecc. compenso alla mancanza della carne di vitello. Le erbe alimentari, per questo riguardo, a varie mancanze fanno riparo. Maravigliosa è la quantità di sali, di terre alcaline e di alcali, cui varie piante da cucina contengono; i seleri contengono in ceneri da 16 fino a 20 p. c.; l'insalata ordinaria da 23 a 24; i cavoli anche il 10 p. c. della pianta secca.

Per procurarsi un' idea chiara della efficacia nutritiva della caseina, della fibrina del sangue e dei tessuti gelatinosi, è necessario riguardare da un più alto punto di vista la loro composizione.

Se si classificano le sostanze principali del corpo animale, le quali ne formano la massa principale, non meno che la caseina ed i prodotti ultimi delle mutazioni organiche, in ragione della quantità dell' azoto che contengono, relativamente a quella del carbonio, facendo precedere quelle che contengono, una minore quantità proporzionata di azoto, si avrà la serie che segue:

		Azoto.		Carbonio.	
1. Albumina del sangue.	Contiene	1	equiv.	sovra 8	eq.
2. Albumina della carne.	»	1	»	8	
3. Albumina delle uova.	»	1	»	8	
4. Fibrina della carne.	»	1	»	8	
5. Caseina.	»	1	»	8	
6. Condrina.	»	1	»	8	
7. Fibrina del sangue.	»	1	»	7	3|7
8. Sostanza cornea e capelli.	»	1	»	7	
9. Tessuto cellulare, membrane	»	1	»	6	1|3
10. Acido inosico.	»	1	»	5	
11. Glicocolla.	»	1	»	4	
12. Creatina e Creatinina.	»	1	»	2	2|3
13. Acido urico.	»	1	»	2	1|2
14. Allantoina.	»	1	»	2	
15. Urea.	»	1	»	1	

Coll' albumina incomincia e coll' urea termina la serie delle combinazioni azotate prodottesi nel corpo vivente. L' albumina è la più alta, l' urea è l' inferiore di questa

serie. L'organismo delle piante procede, nella serie di queste combinazioni, dal basso in alto; nel giro invece della vita animale, si procede dall'alto al basso. Dall'albumina in giù i composti contengono l'azoto dell'albumina, dall'albumina ebbero origine sotto l' influsso dell' ossigeno, per mezzo del progressivo uscire del carbonio, o di una combinazione di carbonio; e per questi corpi il processo della vita animale è costituito da un processo di ricomposizione delle inferiori ed inorganiche combinazioni. Dall'acido inosico in giù i composti che si succedono non posseggono più alcuna forma organica; la glicocolla, l'acido urico, l'allantoina e l'urea sono cristallizzabili; vale a dire, la loro forma è determinata da una forza inorganica.

Ora noi comprendiamo benissimo come dalla fibrina della carne nasca la fibrina del sangue; dalla fibrina del sangue la sostanza delle membrane e dei legamenti; ma dalla gelatina o dalla fibrina del sangue non potrà mai prodursi l'albumina: un tale procedimento dal basso in alto ripugna alle forze che agiscono nel corpo animale (51).

Col mezzo di combinazioni analoghe che si operano nell'organismo, noi siamo in grado di ottenere dall'acido urico l'allantoina, dalla creatina e dall'acido urico l'urea; e noi abbiamo ogni fondamento per credere che dalle sostanze gelatinose si otterrebbero l'acido urico e l'urea; dalla fibrina del sangue la sostanza delle membrane, per la stessa ragione, perchè sono formazioni che stanno in basso della serie organica.

Si è detto e ripetuto, e noi medesimi lo dicemmo nelle precedenti lettere, che l'albumina e la caseina sono identiche; ma questa proposizione non è strettamente esatta; solo identiche sono la fibrina della carne e l'albumina del sangue; l'albumina delle uova, al contrario, non lo è, perchè cogli stessi elementi, contiene una metà più di zolfo. È certo, che questo zolfo deve uscirne quando l'albumina delle uova si cangia in albumina del sangue. Un procedimento simile, quantunque in senso inverso, ci viene offerto dalla caseina: sovra una uguale quantità di zolfo questa contiene maggiore quantità di carbonio, di ossigeno e di

azoto che l'albumina del sangue: ed è fuori d'ogni dubbio che quando la caseina, quest'elemento del latte, si converte nell'albumina del sangue, deve necessariamente perdere una combinazione di carbonio, di ossigeno e di azoto; perchè solo in questa guisa può nascerne una sostanza più ricca di zolfo.

Dei due acidi della bile, uno, il coleico, è solforato; e certamente, questa combinazione di zolfo deriva dalla fibrina od albumina del sangue, solforate, e non dalla sostanza delle membrane e dai legamenti che sono privi di zolfo.

Se ora noi, col mezzo delle migliori analisi, ci facciamo ad esprimere per ogni 100 p. la composizione dei principii componenti del corpo animale, della caseina, dei componenti la bile, e l'orina, in equivalente dei loro principii alimentari, troveremo che questi trovansi, rispetto a quelli, nelle proporzioni seguenti:

	Zolfo.	Azoto.	Carb.	Idrog.	Ossig.
Albumina del sangue Albumina della carne Fibrina della carne	2 eq.	27 eq.	216 eq.	169 eq.	68 eq.
Albumina delle uova	3	27	216	169	68
Caseina	2	36	288	228	90
Fibrina del sangue	2	40	298	229	92
Condrina	»	9	72	59	32
Gelatina	»	13	82	67	32
Acido coleico	2	1	52	45	14
Acido colico	»	1	52	43	12
Acido urico	»	4	10	4	6
Urea	»	2	2	3	2

In queste formole nulla v'ha d'ipotetico; sono cifre dedotte dai fatti, e tanto vere quanto vere sono le analisi nel presente stato della scienza: esse ci offrono il vantaggio di vedere d'un colpo d'occhio le proporzioni nella composizione di questi diversi corpi; ma forse v'ha in esse qualche cosa di più ancora.

Se noi sapessimo positivamente che queste formole fossero, per l'albumina, la fibrina del sangue, la caseina, la

condrina, la gelatina, non solamente le espressioni delle proporzioni dei loro elementi, come realmente sono, ma inoltre l'esatta espressione del numero degli equivalenti contenuti in ciascuna minima particella, ossia in ogni *atomo* delle medesime, allora queste formole potrebbero procurarci una ben più profonda conoscenza di quella che ora possediamo, riguardo alla sostanza del processo di nutrizione.

Alcuni schiarimenti basteranno a spiegare quanto ora si è accennato.

Se noi p. e. dalla precedente formola della caseina diffalchiamo gli elementi dell'albumina del sangue, dei quali a noi consta che essa è composta, avremo:

	Zolfo.	Azoto.	Carb.	Idrog.	Ossig.
Formula della Caseina	2 eq.	36 eq.	288 eq.	228 eq.	90 eq.
Meno la formula dell'Albumina del sangue	2	28	216	169	68
Restano	»	9 eq.	72 eq.	59 eq.	22 eq.

Come si vede, secondo le nostre analisi, dalla caseina devono separarsi alcune proporzioni di carbonio, di azoto, d'idrogeno e di ossigeno, quando la medesima si converte nell'albumina del sangue. Ma forse recherà qualche maraviglia che gli elementi distaccantisi, tranne una certa quantità di ossigeno, siano precisamente gli stessi che contiene la condrina; così che, se agli elementi della caseina noi aggiungessimo 10 eq. di ossigeno, avremmo una formola che in sè racchiude tutti gli elementi dell'albumina del sangue e della condrina.

	Zolfo.	Azoto.	Carb.	Idrog.	Ossig.
Formula della Condrina	»	9 eq.	72 eq.	59 eq.	32 eq.
Formula dell'Albumina del sangue	2	27	216	169	68
Totale	2 eq.	36 eq.	288 eq.	228 eq.	100 eq.
Uguale alla formula della Caseina	2	36	288	228	90
Più 10 eq. di ossigeno	»	»	»	»	10

Digitized by Google

Forse si potrebbe dedurre che la natura offre al giovane animale preparati nel latte, non solo i principii componenti del sangue di lui, ma gli elementi ancora necessarii alla produzione delle sue ossa.

Non meno mirabili sono i seguenti raffronti:

La formola dell'albumina più 10 eq. d'acqua contiene gli elementi di 2 di gelatina ed 1 d'acido coleico.

La formola della fibrina del sangue, più 8 eq. d'acqua contiene gli elementi di 1 di albumina del sangue ed 1 di gelatina.

La formola della condrina contiene gli elementi di 1 di acido coleico, 2 di acido urico ed 8 di acqua.

La formola della gelatina, più 10 eq. di ossigeno contiene gli elementi di 1 di acido coleico, 3 di acido urico e 12 di acqua.

La formola dell'albumina, più 10 eq. d'acqua, più 56 eq. di ossigeno contiene gli elementi di 1 di acido coleico, 2 di acido colico, 12 di urea e 36 di acido carbonico.

Noi crediamo essere una verità non abbisognevole di dimostrazione, che dall' albumina derivano la gelatina e l'acido coleico, non meno che la fibrina del sangue; che dalla gelatina e dalla condrina hanno origine l'acido urico e l'urea; le formole, allo stato delle attuali nostre cognizioni, esprimono sotto quali rapporti queste mutazioni *possono* operarsi, non sotto quali realmente succedono; qui sta l'ipotetico di queste formole, poichè noi non abbiamo alcuna prova dell'esattezza di queste scomposizioni nelle proporzioni accennate: esse hanno soltanto per sè i fondamenti della probabilità.

Ne risulta però direttamente che l'albumina, coll'aggiunta di 10 eq. d'acqua, contiene gli elementi della sostanza delle membrane e dell'acido coleico; che la fibrina del sangue forse non è se non l'albumina del sangue, di cui la metà siasi convertita in gelatina; che la gelatina, sotto l'influenza della respirazione, può convertirsi in acido colico, in acido urico od in urea, in acido carbonico ed acqua; che se, nelle mutazioni organiche, l'acido urico si cangia in gelatina, rimangono gli elementi dell'acido colico; che finalmente,

Digitized by Google

le produzioni dei principii dell'urina e della bile stanno in assai stretta attinenza fra di loro.

Da queste formole deduciamo inoltre, che l'efficacia nutritiva della caseina del latte è maggiore pei bambini, e per gli adulti minore di quella dell'albumina, perchè non v'ha dubbio che la natura, nel corpo giovane, a certi usi adopera la sovrabbondanza di elementi che la caseina contiene, rispetto all'albumina; usi che nulla giovano per lo animale adulto. Da ciò concludiamo ancora che la gelatina, adoperata insieme coi cibi, è inetta alla sangnificazione, ed aumenta la produzione della bile e dell'urina, come è già da lungo tempo dall'esperienza dimostrato, per quanto almeno spetta all'urina.

Digitized by Google

LETTERA QUINTA

Grano, farina, pane. = Succedaneo del pane in tempo di carestia. Glutine, lievito, crusca.

Il glutine dei cereali non meno che l'albumina dei sughi vegetali, offre una composizione uguale a quella dell' albumina del sangue. La caseina vegetale possiede la composizione della caseina animale. Quanto alle proporzioni dei sali o delle parti incombustibili, i diversi cereali variano assai. Nel frumento l' acido fosforico varia da 40, 48 (Th. Way ed Ogston), fino a 60 per cento (Erdmann); v' ha del grano le cui ceneri hanno la composizione della carne lisciviata dalla cottura, e non sembra dunque verosimile che l'uso esclusivo del pane di frumento possa lungamente sostenere la vita.

Il così detto fiore di farina di frumento contiene maggior quantità d'amido che la farina ordinaria; la crusca di frumento è in proporzione più ricca di glutine. Il fiore di farina di frumento d'America è fra le più ricche di glutine, e perciò delle più nutritive.

La farina ed il pane di segala contengono una sostanza simile alla destrina, e che si converte facilmente in zuccaro. L'amido dell' orzo in certe sue proprietà si avvicina alla cellulosa, e meno facilmente si digerisce. L'avena con-

tiene molti principii plastici; l'avena di Scozia ne contiene più di quella che si coltiva in Alemagna ed in Inghilterra (R. T. Thomson); le ceneri di questo cereale, fatta deduzione della silice delle pellicole, contengono quasi gli stessi principii delle ceneri del sugo di carne.

Per agevolare la separazione della farina dai gusci, molti mugnai sogliono leggermente inumidire il grano prima di mulinarlo. Ove non si tolga tutta questa umidità, seccando accuratamente la farina col mezzo di un calore artificiale, la farina, col tempo, si altera, acquista un gusto di marcio, si rammucchia e diventa ruvida a guisa di gesso. La pasta di simil farina è untuosa e produce un pane pesante, compatto e non poroso. Quest' alterazione deriva da un'azione del glutine sull'amido determinata dall'umidità, e per cui si formano nella farina gli acidi acetico e lattico, i quali rendono solubile nell'acqua il glutine che per sè non lo è.

Molti sali rendono di nuovo insolubile il glutine formando con esso una chimica combinazione; ed ora, sono 20 anni, circa i pristinai belgi scopersero, nell'aggiungere alla farina il velenoso solfato di rame, un mezzo di fare colla farina guasta un pane somigliante nell'aspetto al più bel pane di frumento. Ma correggendo così le qualità fisiche della farina, se ne deterioravano le qualità chimiche.

L'allume agisce come il solfato di rame. Unito alla pasta, esso rende il pane bianchissimo, elastico, fermo e secco: pare che i pristinai di Londra, colla mira di far pane bianco, più bianco di quello che viene ordinariamente somministrato dall'eccellente farina di frumento d'Inghilterra e di America, abbiano dovuto mescere dell' allume alla farina nella panificazione. In Iscozia io vidi in una fabbrica d'allume mucchi di questo sale in polvere finissima, destinato ai pristinai di Londra.

Questo si può spiegare considerando che l'acido fosforico coll'allumina formano una composizione chimica che difficilissimamente si scompone dagli acidi e dagli alcali. L'addizione di una piccola quantità d'acqua di calce alla farina alterata produce lo stesso effetto dell' allume e del solfato di rame senza produrre gli stessi inconvenienti.

Digitized by Google

L'intima mescolanza della saliva col pane nella masticazione di questo è condizione necessaria alla pronta digestione dell'amido. Quindi è che lo stato di porosità che la farina riceve nel pane ne accelera la digestione. La porosità della pasta del pane deriva da una fermentazione: si aggiunge al pane del lievito di birra che promuove la fermentazione dello zuccaro che nasce dall'azione del glutine sull'amido, e l'acido carbonico che allora si svolge, genera delle bolle in tutte le parti della pasta. Pel pane di segala si adopera del *lievito*: alla pasta fresca si aggiunge una certa quantità di pasta in fermentazione: questo lievito trasforma una certa quantità di zuccaro in acido acetico ed in acido lattico per modo da comunicare al pane una leggera reazione acida.

Molti chimici opinano che la farina per mezzo della fermentazione soggiaccia ad una perdita de' principii più nutritivi, in seguito ad una decomposizione del glutine; e venne formato il progetto di rendere porosa la pasta senza fermentazione, col mezzo di sostanze che per la loro miscela svolgano acido carbonico: considerata però questa opinione più da vicino, si trova assai poco fondata.

Impastandosi la farina coll'acqua, tenendola a dolce calore, succede nel glutine un'alterazione simile a quella cui soggiace l'orzo umido nella cominciante germinazione dei grani; in forza della stess'alterazione l'amido si converte in zuccaro; gran parte dell'amido si trasforma così nella preparazione del *malto*: nella pasta del pane poche parti soltanto per cento subiscono questa trasformazione. Una piccola parte del glutine passa allo stato solubile, in cui acquista le qualità dell'albumina, e perde non poco della sua facoltà di essere digerito e della sua qualità nutritiva.

Non si può mescere farina con acqua senza che dall'amido si formi zuccaro; ed è questo zuccaro (e non il glutine) che in parte entra in fermentazione e scomponesi in acido carbonico.

È noto che il malto, quanto a forza nutritiva, non cede all'orzo, da cui tiene origine, quantunque il glutine ivi

contenuto abbia sofferto assai maggiore alterazione: e le esperienze fatte nella fabbricazione del *brantwein* con pomi di terra, dimostrano a sufficienza, che gli elementi plastici dei pomi di terra e quelli del malto aggiuntovi, dopo che hanno compiuto la produzione dello zuccaro ed il processo di fermentazione, appena appena perderono qualche cosa della loro facoltà nutritiva.

Non può dunque essere questione di una perdita nel glutine durante la panificazione. Nella fabbricazione del pane un'assai piccola quantità di amido viene consumata per convertirsi in zuccaro, ed il processo di fermentazione non solo è il migliore ed il più semplice, ma anche il più economico fra tutti i mezzi che vennero raccomandati per rendere poroso il pane. I preparati chimici non dovrebbero, sovratutto dai chimici, proporsi ad usi domestici, perchè giammai quasi non entrano puri in commercio. Così, per esempio, l'acido cloridrico greggio del commercio che venne raccomandato di mescersi unitamente a bicarbonato di soda colla pasta del pane, è sempre impurissimo, assai spesso misto con arsenico: talmente che il chimico, pe'suoi lavori che sono assai meno importanti, non lo adopera mai senza prima assoggettarlo ad una purificazione (52).

I progetti che si fecero sinora nei tempi di carestia e di fame per surrogare la farina nel pane, e rendere questo più a buon mercato, dimostrano quanto si è ancor lungi da una dietetica ragionevole, fondata sopra basi scientifiche, e quanto sconosciute siano le leggi della nutrizione. Qnanto al prezzo dei mezzi di sussistenza succede la stessa cosa che pel prezzo dei combustibili. Quando uno si dia la pena di paragonare il prezzo delle varie sorta di carbon fossile, o delle legna, o della torba, si trovera che la moneta spesa per un dato peso od una data misura di questi combustibili sta, e, quanto più è possibile, in ragione del grado di calore, che essi svolgono nel bruciarsi; in un luogo dove si brucia legno di faggio, di quercia e di pino, quanto al prezzo, è indifferente qualunque si scelga; la preferenza nella scelta, deve corrispondere allo scopo

per cui il legno si adopera: per ampii o lunghi spazi è da preferirsi il legno di pino, la cui fiamma occupa una grande estensione; per piccoli spazi e stretti si preferisca il legno di faggio in ragione dei carboni. Ognuno può di leggieri prendere abbaglio nella estimazione di tali valori, ma la giornaliera esperienza corregge gli errori.

Il prezzo medio delle sostanze alimentari, in un gran paese, è ordinariamente la misura della loro facoltà nutritiva; l'abbassamento dei prezzi in alcune località deriva da cause locali (difficoltà o facilità di trasporto, buone o cattive strade, canali, fiumi ecc.). Quanto al nutrimento, la segala non è a miglior prezzo che il formento, il riso ed i pomi di terra non meno cari del grano; la farina di fromento non può surrogarsi da altre sorte di farina: solo nei tempi di carestia si alterano alquanto questi rapporti. Allora i pomi di terra ed il riso acquistano un prezzo più alto, perchè alla loro facoltà nutritiva si aggiunge quella, che essi posseggono, di essere mezzi respiratorii; ma non si pongono a calcolo nei tempi di abbondanza.

Per rendere il pane meno costoso, si è proposto di aggiungere alla pasta del pane amido de' pomi di terra, o destrina, riso, polpa di rape, pomi di terra crudi e spremuti, o pomi di terra cotti: ma tutte queste aggiunte scemano la qualità nutriente del pane.

L'amido di patate, la destrina o la polpa di rape danno una miscela, la cui efficacia nutritiva è eguale o inferiore ancora a quella delle patate; ora il convertire la farina di cereali in un nutrimento di qualità uguale ai pomi di terra ed al riso, niuno certamente crederà che sia un miglioramento; vero progresso sarebbe il rendere i pomi di terra od il riso uguali alla farina di frumento nella facoltà nutritiva, e non reciprocamente. Ad ogni modo, la miglior maniera di usare i pomi di terra consiste nel mangiarseli a guisa di pane, cotti semplicemente; dovrebbe essere dalla autorità di pubblica sicurezza vietato di aggiungerle al pane, poichè si potrebbe evitare l'inganno. L'aggiungere piselli o fagiuoli alla farina di segala, od anche formaggio

Digitized by Google

bianco; come si usa in Baviera, corrisponde assai più allo scopo; ma nulla si guadagna con ciò rispetto al prezzo.

Un vero risparmio e vera utilità recano sostanzialmente quei residui, che per l'ordinario non vengono consumati dagli uomini per la loro nutrizione.

In Inghilterra p. e. parecchie migliaia di quintali della migliore farina di fromento, si adoperano alla produzione dell'amido per l'imbianchimento della tela di cotone, ed il glutine (12-20 p. c. della farina asciutta), che in questa fabbricazione si disperde, in massima parte va perduto per gli uomini, come nutrimento. Negli sperimenti degli accademici francesi, nutrironsi cani per 90 giorni esclusivamente con glutine di fromento, che da quegli animali si mangiava crudo, senza disgusto, e senza interruzione, e senza che si notasse qualche sensibile alterazione nella loro salute.

Tranne i principii organici del sugo di carne non v' ha alcuna sostanza, la quale, nelle sue qualità ed in ordine alla facoltà nutritiva, più si accosti alla fibrina della carne quanto il glutine del fromento. Cotto in poca quantità di acqua salata, asciugato e convertito in grossa farina, il glutine si conserva facilmente, e coll'aggiunta di poco estratto di carne e delle comuni erbe di cucina, somministra la minestra più roborante, più gustosa e più nutriente. Come provvigione per le navi e per le fortezze, il glutine secco di fromento (con estratto di carne) renderebbe non indispensabile una quantità di carne (53).

È noto, che nella preparazione della birra si opera una separazione dei principii dell'orzo, atti alla sanguificazione, dall'amido. Dei primi, quelli che si sciolgono nella birra, e che nella fermentazione si separano a guisa di feccia, vanno perduti quanto allo scopo della nutrizione. Soltanto quella parte di essi che resta nei gusci viene adoperata come buon foraggio, particolarmente per le vacche da latte. Nella preparazione della birra, sui gusci si deposita una massa pastosa, che è composta di porzioni sottili e purgate di farina dell'orzo, e che sotto il nome di *soprapasta*

(obertaig) è assai nota ai fabbricatori di birra tedeschi. Questa sostanza contiene fino al 26 p. c. di materie plastiche, e 4 ad 8 p. c. di amido, ed aggiunta alla farina (a parti uguali), malgrado la grande quantità d'acqua che contiene, somministra un pane non cattivo. Le fabbriche di birra del Wurtemberg somministrano annualmente 30,000 quintali di pasta di malto i quali potrebbero dare 17,000 quintali di pane (Schlosberger). Tutti questi mezzi, che si usano per diminuire gli stenti delle classi più povere negli anni di carestia, sono di natura soltanto locale , e per gli abitanti di un paese vasto, rispetto alla consumazione, giovano assai poco. Solo un mezzo v'ha da seguirsi per le più vaste regioni, e consiste in questo, che il grano sottilmente macinato non si faccia, vale a dire, che la farina si cuoca insieme colla crusca per far pane, e così tutta la sostanza alimentare, esistente nel grano, venga applicata ad uso dell'uomo.

Nell'anno 1668 un'ordinanza di Luigi XIV proibì , con minaccia di gravi pene, di macinare ancora una volta la crusca ; il che, per la disposizione dei mulini d'allora, cagionò una perdita del 40 per cento; nel secolo decimosettimo Bauban estimò che l'annua consumazione di un uomo in fromento ammontasse a 712 libbre, quantità che ora serve quasi per due uomini; ed ora, in seguito al miglioramento dei nostri mulini, per immense masse di sostanza alimentare si guadagna annualmente un valore di molte centinaia di milioni , per vantaggio degli uomini che prima non serviva fuorchè per le bestie, per le quali era infinitamente più facile il sostituire altri alimenti, non atti ad essere consumati dagli uomini.

Già da non lungo tempo, principalmente dal sig. Millon, era chiamata l'attenzione sull'alto valore della crusca come sostanza alimentare. Il fromento non contiene più del 2 p. c. di materia lignosa, ed un mulino perfetto non dovrebbe dare di più in crusca; ma i nostri migliori mugnai danno ancora sempre dal 12 al 20 p. c., ed i mulini ordinari fino al 25 p. c. in crusca, la quale così contiene da 60 a 70 p. c. degli elementi più nutritivi della farina.

È evidente che cuocendo la farina non stacciata, la massa del pane aumenta almeno di 1|6 ad 1|5, ed il prezzo del pane può scemare in ragione della differenza fra il prezzo della crusca (come foraggio) e quello della farina. Aggiunto alla farina, la crusca, nei tempi della carestia, acquista un assai maggior valore, e non può esser surrogata da nessun'altra sostanza alimentare. La separazione della crusca dalla farina è una cosa di lusso, e, rispetto al fine dell'alimentazione, anzi dannoso che utile. Anticamente fino al tempo dell'impero non si conosceva che cosa fosse la farina staccia. In molti luoghi dell'Alemagna, principalmente nella Vestfalia, la crusca si cuoce colla farina pei così detti *pumpernickes*, e non si dà verun paese in cui gli organi digerenti degli uomini siano in migliore stato, che in quello. I confini del Basso-Reno e della Vestfalia si riconoscono pel singolare volume dei residui dei cibi consumati, residui che i passeggieri depongono presso le siepi ed i cespugli: e sono questi segnalati documenti di buona digestione, che forse ai medici d'Inghilterra suggerì l'idea di raccomandare l'uso del pane ordinario inglese, che in molte case la parte della colazione.

In virtù dei principii che gli sono proprii, il vino, nella sua miscela, contiene un certo numero di combinazioni, per la cui unione entro il corpo dell'uomo vengono, dopo un certo tempo, a riposarsi più o meno gli effetti del perturbamento funzionale del midollo spinale e del cervello, prodotto dall'azione dell'alcool sul sistema nervoso; così che l'uso del vino cagiona danni assai minori dell'uso del *branntwein*.

Il valore commerciale del vino è in ragione diretta dei suoi effetti immediati, ed inversa delle conseguenze ultime: a circostanze uguali, il suo prezzo è tanto più alto, quanto più innocui ne sono resi gli effetti col mezzo di un corrispondente aumento del processo di secrezione polmonale e renale. È sempre tenuto a calcolo l'alcool nella estimazione del vino; ma nei vini nobili il prezzo non è in rapporto colla quantità dell'alcool, ma bensì dei principii non volatili. Il *fiore* del vino non influisce sul prezzo, se non come indizio degli effetti del medesimo.

Qual mezzo di ristoro alle esaurite forze della vita, di stimolo e di sostegno, quando travagliosi traggonsi i giorni, di compenso e di riparazione ad una cattiva nutrizione ed ai deterioramenti dell'organismo, e qual valido mezzo per resistere alle offese della inorganica natura, a niun'altra sostanza il vino è secondo.

Per quello che concerne il *minimum* di conseguenze ultime perniciose, si distinguono i vini preziosi del Reno e parecchi vini di Bordeaux: è appena credibile quanto bevono di vino, presso del Reno, individui d'ogni età, senza alcun sensibile danno della salute, sì del corpo che dello spirito. La gotta e la malattia della pietra, in niun altro paese, sono così rare, come nelle regioni del Reno, così favoreggiate dalla natura. In niuna contrada d'Alemagna le sostanze medicinali hanno così basso prezzo, come nelle ricche città del Reno; perchè ivi il vino serve di medicina universale pei sani e per gli infermi, come il latte pei vecchi.

Qual mezzo respiratorio l'alcool tiene un posto assai distinto: mediante l'uso del medesimo si potrebbe fare senza dell'amido e degli alimenti zuccherini: esso non si accoppia col grasso.

Si volle in molti paesi attribuire al crescente uso del *branntwein* la povertà e la miseria: è un errore. L'uso del branntwein non è cagione, ma effetto dell'indigenza: fa un'eccezione alla regola quegli che, essendo ben nutrito, divenga bevitore di branntwein.

LETTERA SESTA

Effetto degli alimenti sulle funzioni materiali ed intellettuali dell'uomo. — Vino, acquavita, thè, caffè.

Fra tutte le arti degli uomini niuna ve ne ha, che goda di più giusta estimazione, ed i cui prodotti si abbiano la più generale riconoscenza, quanto quella, che ha per oggetto la preparazione dei cibi. L'esperto cuoco condotto da un quasi intelligente istinto, guida che indica la via, e dal gusto, custode della salute, l'esperto cuoco, rispetto allo scegliere, al combinare, al preparare ed all'ordinare i cibi, fece tali acquisti, che sorpassano quanto mai la chimica e la fisiologia somministrarono circa la dottrina della nutrizione. Nella *minestra* e negli umidi condimenti della carne, il cuoco imita il sugo gastrico; e nel cacio, con cui egli chiude il pasto, egli rinforza l'azione sciogliente dell'epitelio dello stomaco. Il desco ben fornito di cibi appare all'osservatore, come una macchina, le cui parti armonicamente combinate siano per modo ordinate, che, quando si pongano in moto, possa prodursene un *maximum* di effetti: il cuoco intelligente accompagna le sostanze sanguificanti con quelle, che, entro giusti confini, contengono il processo della chimosi e dell'ematosi; egli schiva ogni

stimolante inutile; egli ha cura del fanciullo, del vecchio e di ambedue i sessi.

Così pure, in modo conforme alla natura, l'intelligente e sperimentata madre sceglie i cibi pel fanciullo; essa gli somministra preferibilmente latte e cibi farinosi, accompagnati sempre con frutti; la carne di animali adulti, la quale è ricca di fosfato di calce, è da lei preferita a quella di animali giovani e le aggiunge sempre legumi freschi; essa suole dare al fanciullo a preferenza le ossa a rosicchiare, ed esclude la carne di vitello, i pesci ed i pomi di terra; pel fanciullo irritabile, cui siano deboli gli organi, alla polentina essa aggiunge una infusione d'orzo; invece di zuccaro di canna, gli somministra zuccaro di latte, eccellente mezzo respiratorio offerto dalla natura medesima; lascia finalmente al fanciullo, e senza limite, l'uso del sale comune.

I diversi effetti dei cibi, riguardo alle funzioni del corpo o dello spirito umano, non meno che le loro attinenze alle cagioni fisiologiche e chimiche, non si possono contestare; ma finora appena si è tentata una spiegazione, che sia conforme alle leggi della natura.

Molti scrittori affermano, che la carne ed il pane contengono del fosforo, e che il latte e le uova contengono, al pari del cervello, una sostanza grassa fosforosa; quindi soggiungono che all'adipe fosforoso sia connessa l'origine e l'attività del cervello; quindi è p. e., dicono essi, che presso i pensatori (perchè consumano molto fosforo), non si dà soprabbondanza di fosforo e che non si dà pensiero senza fosforo (54). Ma la scienza non conosce alcun argomento che provi come il corpo degli animali ed il nutrimento degli uomini e delle bestie contenga, come tale, del fosforo, in quella forma, in cui vi si contiene qualche quantità di zolfo. Già da lungo tempo è noto, che la quantità di fosforo, che per l'incineramento dei corpi animali e degli alimenti, meno che per via umida, è una pura perdita cagionata, per via del calore, dalla decomposizione dell'acido fosforico, la quale potrebbe impedirsi per la semplice aggiunta di alcali e di terre alcaline, che si combinano col-

l'acido fosforico, e giammai finora nel grasso del corpo, del cervello o degli alimenti venne dimostrata la presenza del fosforo (non di acido fosforico). L'opinione che vi fossero tali combinazioni, e che queste siano in rapporto colla produzione del pensiero negli uomini, emana, per l'ordinario, dai *dilettanti* nelle scienze naturali, e deriva da uno sguardo superficiale, senza alcun fondamento scientifico.

Certo è, che tre uomini, uno dei quali siasi nutrito con carne di bue e pane, l'altro con pane e cacio, oppure con baccalà, il terzo con pomi di terra, riguarderebbero una difficoltà che loro si presentasse, sotto un aspetto affatto diverso; così è, che l'azione degli alimenti sul cervello e sistema nervoso, varia a seconda di certi principii proprii dei diversi alimenti.

In questo istituto anatomico fu tenuto un orso, il quale fintantochè non ebbe che pane per nutrimento, mostrava di avere un'indole perfettamente quieta; bastarono due giorni di nutrimento animale per renderlo indocile, proclive a mordere ed anche pericoloso pel suo custode; è noto, che la *vis irascibilis* dei maiali, per l'uso della carne, cresce siffatttamente, che assalgono gli uomini.

Gli animali carnivori sono ordinariamente più forti, più audaci, più battaglieri degli erbivori, i quali divengono vittime di quelli; in pari modo le nazioni che vivono di vegetabili, si distinguono da quelle, il cui vitto consta, per la maggior parte, di carne.

Se la forza degli individui è composta della somma degli effetti che quotidianamente può produrre senza danno alla salute, per superare ostacoli, ne segue che essa stà in diretto rapporto cogli elementi plastici del loro nutrimento. I popoli, che si nutrono di fromento e di segala, sono perciò più forti di quelli che si cibano di riso e patate; e questi ultimi sono più forti di quelli che si alimentano di *Couscoussou*, di *Tapioka*, di *Cassave*, di *Taro*.

Altri rapporti esistono pei mezzi respiratorii; essi distinguonsi principalmente per la prontezza e durata dei loro effetti.

Ci vogliono delle ore, perchè l'amido del pane, scioltosi

entro lo stomaco e le intestina, passi nel sangue; lo zuccaro di latte e lo zuccaro d'uva non abbisognano più di alcuna preparazione per mezzo degli organi della digestione; questi passano più rapidamente nel sangue; l'effetto del grasso è lentissimo, ma persevera più lungamente; l'alcool è una di quelle sostanze, che costituiscono un mezzo respiratorio di più pronta azione. Il vino, e sovrattutto i sughi fermentati delle piante, per gli alcali che contengono acidi organici ed alcune altre sostanze, che la chimica non ha ancora ben segnalate, si distinguono dal *branntwein*; la birra è una imitazione del vino. Il *branntwein* è composto di acqua e di una parte costitnente del vino.

Ma al contrario, quando un uomo che lavora e non si guadagna colle sue fatiche quanto gli è necessario di alimenti, per cui possa intieramente restaurare le sue forze ed attitudine al lavoro, una ostinata, inesorabile necessità di natura lo spinge a ricorrere all'uso del branntwein; gli tocca di lavorare, ma a lui, per l'insufficiente nutrimento, viene ogni giorno mancando una certa quantità di forza per sostenere la fatica; il branntwein, per l'azione sua sopra i nervi, gli permette di fare, a spese del proprio corpo, riparo alla deficiente forza, per ispendere così oggi quella quantità che si sarebbe dovuta porre in risparmio del giorno successivo. È come una lettera di cambio sulla salute; una lettera di cambio, che bisogna prolungare sempre, perchè mancano i mezzi di saldarla; il lavoratore consuma il capitale, invece degli interessi; quindi segue in ultimo l'inevitabile fallimento del suo corpo.

Il te, il caffè, il cioccolato non agiscono a guisa del vino sulle funzioni vitali. Quando si consideri, che in Europa ed in America si consumano più di 80 milioni di chilogrammi di te e nei paesi dell'Unione doganale tedesca più di 60 milioni di chilogrammi di caffè ogni anno; che in Inghilterra ed in America il te costituisce un elemento del vitto quotidiano del più povero operaio non meno che del più ricco nobile proprietario di fondi stabili; che in Alemagna il popolo, nella campagna e nella città, tanto è più affezionato all'uso del caffè, quanto più la miseria gli

restringe la quantità e la scelta degli alimenti; e finalmente se si consideri che il tenuissimo salario viene diviso in due parti, una pel caffè, l'altra pel pane e pei pomi di terra; a fronte di questi fatti bisogna pur dire che l'uso del te e del caffè non sia affare di pura abitudine.

È ben vero, che mille milioni d'uomini vissero senza conoscere il te ed il caffè: e la quotidiana esperienza dimostra che in moltissime circostanze si può fare senza di essi, senza che ne risentano danno le funzioni puramente animali; ma certamente sarebbe falso il conchiudere che queste bevande siano inutili; che se queste mancassero, forse l'istinto popolare cercherebbe e troverebbe mezzo di surrogarle. La scienza, che ancora assai ci è debitrice a questo riguardo, ci dirà fra breve se ad una viziosa inclinazione debbasi attribuire l'istinto che spinge tutti i popoli della terra ad appropriarsi una tale sostanza che agisca sul sistema nervoso, dalle sponde dell'Oceano, dove l'indiano si ritira nella solitudine per assaporarvi tutta l'ebbrietà del cocco, fino alle regioni artiche, dove i Camtschadali ed i Coriachi preparano una bevanda inebbriante con un fungo velenoso, chiamato *fungo delle mosche*.

Al contrario, noi crediamo probabilissimo, per non dir sicuro, che l'istinto degli uomini, nel sentimento di un certo vuoto o di certi bisogni dell'agitato vivere della nostra età, che per la quantità non può saziarsi, seppe in questi prodotti vegetali trovare il vero mezzo per dare al suo nutrimento quotidiano le richieste qualità che loro mancavano. Ogni sostanza infatti, partecipando alle funzioni vitali, agisce in una data maniera sul sistema nervoso, sulle inclinazioni sensuali e sulla volontà dell'uomo.

Macaulay, questo grande storico, nella sua classica opera rivolse le dovute attenzioni all'influenza del caffè sulla condizione politica d'Inghilterra nel XVII secolo; ma la parte che i principii del caffè ebbero allora nella direzione degli animi, è un problema non ancora sciolto.

Ciò che noi sappiamo circa gli effetti fisiologici di queste bevande non merita di essere accennato. Si attribuiscono ordinariamente questi effetti alla presenza della *teina* (iden-

tica alla *caffeina* del caffè) del te Mate e tè Paraguay, e forse con ragione: non si dà alcuna bevanda che nella sua composizione ed in certi suoi principii abbia maggiore analogia col brodo di carne, quanta il te ed il caffè; ed è verosimile che l'uso loro, come nutrimento, si appoggia sull'azione eccitante e vivificante, che queste bevande hanno comune col brodo di carne.

Quando si collochino foglie comuni di te entro un vetro d'orologio, e ricoperte con leggiero foglio di carta, ed a poco a poco si scaldino entro tazza calda fino a che s'imbruniscano, si vedono bianchi, brillanti cristalli fissarsi sulla carta e sulle foglie di te; ecco la *teina*.

Rispetto alle sue proprietà, la teina appartiene alla classe degli alcali organici, che agiscono senza eccezione sul sistema nervoso. Se questi vengano disposti in una serie cominciante dalla teina, si osserva che gli ultimi termini della serie, la stricnina e la brucina, agiscono a guisa dei veleni più violenti; che la chinina, posta in mezzo, costituisce il più prezioso medicamento; che i principii dell'oppio, a certe dosi, producono effetti medicinali, ed a dosi più alte effetti velenosi.

Gli alcali organici, velenosi o medicinali, contengono, per 1 equiv. d'azoto, più di 2 equiv. di carbonio, mentre la teina, la caffeina e le sostanze congeneri innocue contengono la stessa proporzione di azoto bensì, ma però meno di carbonio che i principii del sangue.

Non esiste alcali organico, la cui composizione più si rassomigli a quella della teina, quanto la creatina contenuta nel sistema muscolare degli animali, non meno che la glicocolla (zuccaro di gelatina) che si può non a torto supporre come un accoppiamento della gelatina.

In parecchie scomposizioni la teina offre una serie di notevolissimi prodotti che hanno molta analogia con quelli che somministra l'acido urico nelle stesse reazioni (Rochleder).

Come bevanda, il te differisce dal caffè pel ferro e pel manganese che quello contiene. Quando si faccia evaporare fino a siccità un'infusione limpida di te di Pecco o di

Souchong, e si riduca perfettamente in cenere il residuo, si ottengono ceneri spesso colorate di verde per la presenza del manganato di potassa, e svolgono perciò del cloro insieme con acido clòridrico. La presenza dei sovradetti metalli nel te è tanto più importante, in quanto che i più sensibili reagenti non danno indizio di ferro nel te. Quando ad un' infusione di te si aggiunga un sale di ferro, divien nera come inchiostro a cagione del tannino che esso contiene; l' infusione di te contiene dunque una combinazione di ferro, sulla quale il tannino è senz'azione.

Quindi è che nel te (di alcune sorta di te almeno) abbiamo una bevanda che contiene il principio attivo delle più efficaci sorgenti minerali, e per piccola che sia la proporzione del ferro che per l'uso quotidiano del te s'introduce nell' economia animale, non rimarrà certamente priva d'influenza sulle funzioni vitali.

Il caffè, per le sostanze empireumatiche in esso contenute, ha la proprietà di resistere ai processi di scomposizione e dissoluzione, provocati e sostenuti nell'organismo dei fermenti.

È noto che tutte le sostanze empireumatiche si oppongono alla fermentazione ed alla putrefazione, e che, per esempio, la carne affumicata si digerisce più difficilmente della carne semplicemente salata. Le persone, i cui organi digerenti siano deboli o molto sensibili, si accorgono facilmente che una tazza di caffè forte, presa dopo pasto, sospende immediatamente la digestione, e si sentono sollevati solo quando il caffè è assorbito e rimosso dal ventricolo: agli organi robusti invece, sui quali non reagiscono tali effetti, il caffè, per l'anzidetta ragione, è utile dopo il pasto, perchè modera l'attività digestiva, esaltata oltre i dovuti confini dal vino e dagli aromi.

Il te non incaglia la digestione, come fa il caffè; al contrario accelera i movimenti perisfaltici delle intestina; il quale effetto si manifesta con nausee dopo aver bevuto del te forte, principalmente a stomaco digiuno.

Abbiamo già osservato che l'uso giornaliero degli alimenti respiratorii ammonta al quintuplo od al sestuplo del peso

delle sostanze plastiche, quindi è che nei tempi di carestia la mancanza di quelli si rende sovrattuto sensibile in tutte le classi del popolo; mentre il prezzo del butirro e del grasso cresce con quello del grano, ed i pomi di terra salgono ad un prezzo relativamente più alto che quello del grano stesso, il prezzo della carne invece resta per l'ordinario come negli anni d'abbondanza.

Una cagione di questo effetto si è, che il pane può sostituirsi alla carne, ma questa non può così intieramente sostituirsi a quello come lo richiedono i bisogni dell'uomo. Un'altra ragione del basso prezzo delle carni si è che negli anni di scarso raccolto per eccesso di umidità, quando sono in fallo le ordinarie piante alimentari, tuttavia abbonda il foraggio verde, il trifoglio, l'erba, le radici. La carne conserva il basso prezzo perchè non ne accresce la domanda in proporzione di quella del pane. Nelle annate di siccità l'agricoltore non ha foraggio; è costretto a macellare le sue bestie bovine ed a venderle a qualunque prezzo, e l'ingombro del mercato fa si che la carne discende ad un prezzo inferiore ancora che nelle annate ordinarie.

L'uomo carnivoro per la propria sussistenza ha bisogno d'immenso territorio, assai più vasto di quello di cui abbisognino la tigre ed il leone, perchè l'uomo talvolta uccide anche senza mangiare. Una nazione di cacciatori confinata in un terreno è incapace di moltiplicarsi.

Il carbonio indispensabile alla respirazione ha bisogno di essere tolto agli animali, di cui solo un limitato numero può vivere sopra la data superficie. Questi animali attingono alle piante i principii del loro sangue e dei loro organi, e li somministrano poi agli indiani cacciatori, che li consumano senza le sostanze che mantenevano la respirazione degli animali durante la vita. Quindi, mentre l'Indiano potrebbe con un solo animale e con ugual peso di fecola mantenere la sanità e la vita per un dato numero di giorni, gli conviene invece consumare cinque animali per produrre il calore necessario durante il medesimo tempo. Il suo nutrimento contiene un eccesso di alimenti plastici, e quasi sempre gli mancano gli alimenti respiratorii indi-

spensabili; ecco la ragione per cui gli uomini carnivori sono propensi all'uso dei liquori spiritosi.

Nulla si potrebbe dire di più chiaro, di più profondo sull'utilità dell'agricoltura, che le seguenti parole indirizzate da un capo americano ai Missisagui, sua tribù. Eccole quali le riferisce Crèveceur: « Non vedete voi che i bianchi vivono di grani, e noi di carne? che la carne richiede più di 30 mesi per crescere, e non di rado manca? che ciascuno di quei grani maravigliosi che essi seminano, la terra loro li restituisce in quantità cento volte maggiore? che la carne ha quattro gambe per salvarsi, e noi due soltanto per inseguirla? che i grani stanno fermi al suolo e crescono dove i bianchi li seminano? che l'inverno, tempo per noi delle cacce faticose, è pei bianchi tempo di riposo? Quindi è che essi hanno tanti figli e che vivono più lungamente di noi. A tutti quelli che mi ascoltano io dico adunque che, prima che gli alberi muoiano di vecchiezza sulle nostre capanne, prima che l'acero della valle cessi di produrre zuccaro, la razza dei piccoli seminatori di grani estirperà la razza dei mangiatori di carne, se questi cacciatori non s'indurranno a seminare ».

L' Indiano in cacce faticose spende una somma notabile di forza; ma l'effetto prodotto è debolissimo, e non proporzionato a questa consumazione.

Digitized by Google

LETTERA SETTIMA

Bisogni dell'uomo. —
Confronto fra l'economia umana e l'economia sociale.

La coltura è l'economia della forza: la scienza c'insegna a conoscere i mezzi più semplici per ottenere i massimi effetti col minimo impiego di forza organica, e di superare con dati mezzi un *maximum* di resistenza. Ogni inutile impiego, ogni consumo di forze nell'agricoltura, nell'industria, non meno che nella scienza, e specialmente nella politica, costituisce il carattere distintivo della barbarie, e la mancanza di vera coltura. Quindi nasce parimenti che uno staordinario aumento di forza distingue il nostro secolo dai precedenti; poichè lo svolgimento delle scienze naturali e della meccanica, come anche la più profonda indagine di tutte le cagioni per cui si operano i movimenti meccanici, resero sufficientemente note le leggi che conferiscono all'uomo la facoltà di assoggettare a sè le forze della natura, che altra volta eccitavano affanno e spavento.

L'uomo, simile ad un altro Prometeo, col sussidio della divina scintilla che, nudrita dalla religione e dalla morale, è il fondamento di ogni intellettuale perfezionamento, soffia la vita entro gli elementi terrestri.

La macchina a vapore riceve cibo e bevanda, e respira,

non altrimenti che un animale; nel suo corpo havvi una sorgente di calore e di forza, per cui si operano interni ed esterni effetti di movimento, ed il cavallo aggiogato non obbedisce con maggior docilità alla volontà dell'uomo, di quanto lo faccia la locomitiva delle nostre macchine a vapore; questa si muove rapida e lenta, sta immobile, ed obbedisce al minimo di lui cenno.

La scienza che alle macchine addossò i servizii degli schiavi, stabilì un più giusto rapporto fra le forze della natura e la forza organica

La somma dei raggi di luce e di calorico che la terra riceve dal sole è invariabile; ma, in ragione di cause che chiamar si possono provvidenziali, si comparisce in modo inuguale sulla di lei superficie; quindi è che in un luogo si manifesta una maggiore energia che ravviva maggiormente la produzione delle condizione vitali, ed in altro luogo invece un difetto per cui langue: sianvi canali afferenti e derivativi, e bentosto si restituirà l'equilibrio; in nessun luogo v'avrà più eccesso nè difetto.

In ugual maniera si distribuisce sulla terra la ricchezza e la sua ombra, cioè la povertà; in tutti i tempi la reciproca relazione delle medesime fu la stessa ed invariabile; ad un durevole accrescimento nel possesso si oppongono avvenimenti che gli si attraversano; come il sangue dai grossi vasi nei capillari si spinge, così vanno sminuzzandosi le maggiori rendite, e per mezzo di un infinito numero di più piccoli canali rifluisce alla sorgente primitiva.

Dove la luce è molto viva le ombre compaiono più oscure; ma la natura provvide che in tutte le gradazioni di luce crescano piante robuste; senza gli alberi alti non può darsi arbusto, nè fromento, nè frutto di campagna, perchè quelli attirano la fecondante pioggia; fanno sì che sempre scorrano le fonti che diffondono la prosperità ed il benessere. Le nuove teorie socialistiche vogliono che non vi siano più ombre; ma quando si svellesse ogni filo d'erba che getta ombra, senza dubbio sarebbe per tutto luce, ma con essa anche la morte come nel deserto di Sahara.

L'uomo per mezzo delle forze atte a riprodursi nel suo

corpo, alle forze della natura che tendono incessantemente a distruggere la sua vita, oppone una resistenza che quotidianamente deve rinnovarsi, se ha da essere assicurata per un dato tempo la continuazione.

Ad ogni ora muore una parte del nostro corpo, e nello stato anche di perfetta salute; dopo 70 ad 80 anni, la macchina cede alle forze terrestri; ogni resistenza cessa; i suoi elementi fanno ritorno all'atmosfera ed al suolo. Tutta intiera la vita è una continua lotta colle forze della natura, un perpetuo distruggersi e restaurarsi di equilibrio.

L'uomo abbisogna di cibo e di bevanda come di mezzi di produzioni di calorico e di forza; per essi producesi nel corpo di lui la resistenza contro l'azione dell'atmosfera, la quale ogni giorno s'impadronisce di una parte del di lui corpo.

A custodia della sua temperatura ed a tutela contro le intemperie, egli abbisogna di abitazione, di vestito; per la conservazione e pel restauro della salute abbisogna di pulitezza e di medicina. Il cibo e la bevanda possono, fino ad un certo punto, surrogarsi al vestito, alle medicine; quelli però non possono essere rappresentati da alcuna delle altre esigenze della vita; sono condizioni assolute, indispensabili.

Per difetto d'interna resistenza (per la fame) le stesse forze della natura, le quali determinano i fenomeni vitali, non altrimenti operano che una spada, la quale penetri poco per volta, e continuamente, fino al punto centrale della vita, e ne spenga ogni attività.

Per lo sviluppo ed il perfezionamento, per la conservazione dell'attività de'suoi sensi, all'uomo sono necessarie certe altre condizioni, le quali costituiscono i suoi bisogni dilettevoli ed utili. Oltracciò l'uomo ha un certo numero di atri bisogni che derivano dalla sua natura intellettuale, e che dalle forze della natura non possono rimanere soddisfatti, e sono determinate dalle funzioni dello spirito, sul cui svolgimento, perfezionamento e conservazione si appoggiano il gusto ed opportuno impiego delle forze del corpo, non meno che l'indirizzo delle forze naturali per

la produzione di quanto può all'uomo tornare di necessario, utile e gradevole.

Come nel corpo dell' individuo, così anche nell'unione di tutti gli individui che compongono lo Stato, succede una permutazione di sostanze, la quale consiste in una consumazione di quanto conferisce alla vita del corpo, individuale e sociale.

L'argento e l'oro si assunsero, nell'organismo dello Stato, l'ufficio che hanno nell' organismo umano i globetti del sangue. Come questi corpicelli rotondi che, senza pure prendere una parte immediata al processo della nutrizione, sono i mediatori delle scomposizioni e ricomposizioni organiche, del calore e della produzione di forze, da cui deriva la temperatura vitale, e ne consegue il movimento del sangue e di tutti gli umori, non altrimenti è l'oro divenuto mediatore di tutte le funzioni della vita politica. Nel medio-evo il contribuente pagava i tributi in grano, vino, uova, galline; egli stesso produceva le cose di cui abbisognava.

Ignote erano allora le merci coloniali. I comuni possedevano le loro fabbriche di birra; le autorità municipali in più luoghi compravano il vino, e lo rivendevano al minuto ai cittadini. L'oro e l'argento erano per la massima parte mercanzie che si tenevano per lusso in casa o si portavano sulla persona. Ma, dacchè il danaro ebbe assunto l'ufficio di condottore d'ossigeno nell'organismo dello Stato, le persone anche più ricche, invece di utensili d' oro o di argento, servonsi di rame o di ottone argentato od indorato.

La permutazione di sostanza è nello Stato non altrimenti che nel corpo dell'uomo, la sorgente di tutte le sue forze; la sua conservazione dipende dalla riparazione delle sostanze vitali consumate; dal rinnovamento di tutte le condizioni della vita individuale e collettiva. Come nell'economia animale queste trasformazioni possono misurarsi sul numero dei globuli del sangue che in dato tempo circolano dal cuore ai capillari, e da questi ritornano al cuore; così nel corpo sociale le trasformazioni possono estimarsi alla ra-

pidità con cui le monete passano da una mano in un'altra. Tutte le cagioni che incagliano questo movimento, o che agiscono sulla consumazione o sulla riparazione come le forze fisiche sulle trasformazioni organiche, tutte queste cagioni perturbano lo stato di equilibrio e provocano condizioni particolari simili alle malattie degli individui.

In confronto dell'effetto prodotto dal danaro per la rapida sua circolazione, la quantità assoluta del medesimo è di quasi nessun'importanza. Il corpo dello Stato, in perfetta salute, si comporta come il corpo umano, pel cuore e pei capillari del quale, in 24 ore, si muovono dalle 1030 alle 1038 libbre di sangue, mentre la quantità assoluta del sangue contenuto nel corpo è mille volte minore.

La somma di tutte le resistenze che la natura oppone alla conservazione della vita ed all'acquisto delle condizioni vitali (che nell'economia sociale è equivalente all'acquisto del danaro, avuto riguardo alle funzioni di quest'ultimo), è tale appunto che con essa equilibrare si può la forza cui l'organismo può produrre nell'uomo.

L'uomo naturalmente non può, senza porre in pericolo la sua esistenza, impiegare veruna parte di sua forza per sormontare una resistenza, ove per la rimozione di questa non abbia acquistato i mezzi di riparare alla forza consumata.

La stessa cosa succede nell'organismo dello Stato. Ogni dispendio di forza che non serva a restituire un elemento vitale dello Stato, od una forza lasciata inoperosa quando esiste e può impiegarsi alla produzione d'un elemento vitale, altera la salute del corpo sociale.

Come ogni fibra muscolare, ogni nervo, ogni porzione di tessuto nel corpo animale prende parte alle trasformazioni che vi si operano, ed esercita la sua parte d' influenza sulla conservazione e continuazione delle funzioni di tutto il corpo, sulla digestione, sulla sanguificazione, sulla circolazione e sulle secrezioni, non meno che sul movimento delle membrane, sulle funzioni dei sensi e del cervello; così deve ogni individuo, secondo l'attività della propria forza che egli può impiegare col mezzo delle sue membra,

de'sensi e del suo intelletto, contribuire nello Stato alla conservazione ed alla restituzione degli elementi vitali. L'azione di queste forze costituisce il *lavoro.*

Tutte le parti dell' intiero organismo hanno dalla natura il diritto di esercitare liberissimamente la loro potenza di lavoro, in guisa però che nell'esercizio delle proprie facoltà niuno ponga ad altri ostacolo. Il massimo d'effetto della potenza di lavoro sta in ragione inversa della somma della resistenze da superarsi; quanto maggiori sono le resistenze, tanto più debole è l'effetto.

La missione della società cristiana è quella di diminuire, non d'accrescere le resistenze; ma sfortunatamente gl' insegnamenti del più grande uomo di Stato dei tempi nostri, dell'uomo sapiente, di gran cuore, la cui perdita sarà lungamente compianta dalla nazione cui apparteneva e dal mondo intiero, non sembra trovassero un terreno fecondo nella mente e nel cuore degli uomini.

L' ignoranza delle condizioni da cui derivano il benessere, la prosperità e la potenza di uno Stato, produsse in molti paesi le sproporzioni che furono per tanti Stati la sorgente di tanti mali. In luogo di un tutto armonico non si ha che un mostro informe, una gran testa sovra un piccol corpo, braccia enormi e gambe sottili e deboli, un ampio ventricolo e piccoli polmoni. Quando il capriccio ed il caso, e non la prudenza e la riflessione, e le abitudini antiche ripugnanti alle leggi della natura reggono il movimento e l'impiego delle forze di uno Stato, ne seguono naturalmente debolezza ed esaurimento, quindi bentosto povertà e miseria. Ecco gli effetti di uno Stato barbaro, in cui imposte inique e non equamente ripartite condannano all' inanizione popolazioni intiere durante tutta la vita, costringendole a consumare costantemente un eccesso di forze per la loro semplice conservazione o per la produzione di effetti non seguiti da una perfetta riparazione delle forze consumate. Per la stessa ragione gli Stati che tengono numerosi eserciti permanenti non godono che di una potenza apparente, perchè una continua sottrazione di sangue toglie ad essi la miglior parte del loro sangue e del loro sugo. Questa

potenza fattizia è simile alla forza che il selvaggio trova nei fumi del branntwien; dissipati questi, fuggono con essi potenza e forze.

Ciò che sembra l'effetto della libera volontà, delle passioni o della maggiore o minore intelligenza dell'uomo, è tuttavia subordinato a leggi eterne ed immutabili come le leggi dei fenomeni materiali. Nessuno conosce il giorno e l'ora della sua morte, e nulla v'ha che sembri più fortuito che la nascita di un bambino, maschio o femmina: ma pur si sa benissimo, e forse meglio di ogni altra verità umana, quanti individui muoiano, sopra un milione d'uomini, nello spazio di 10, 20, 60 anni, quanti maschi e quante femmine si diano in un milione di nascite.

La statistica dei tribunali dimostra il regolare ritorno dei medesimi delitti: ne risulta questo fatto incomprensibile per noi, perchè alla nostra mente sfugge la contingenza degli effetti, che il numero dei delitti e delle loro varietà può predirsi, per ogni anno avvenire, colla stessa certezza con cui si predice il numero delle nascite e delle morti naturali.

Su cento accusati, che compaiono davanti alla Corte Suprema, v'hanno in Francia 61 condanne, e 71 in Inghilterra. Termine medio, le variazioni non ammontano che ad un centesimo della somma totale. Si può ugualmente predire il numero dei suicidii, in generale, colle armi a fuoco, o colla corda ecc.

Tutti i fenomeni della medesima specie, che periodicamente ed in gran numero si manifestano, conducono ad un rapporto invariabile. A questa legge del gran numero ogni cosa obbedisce, tutti gli avvenimenti, senza eccezione, sono subordinati. Questa legge non si riferisce che agli effetti esterni prodotti sulla società, e nulla ha di comune coll'essenza stessa della virtù e del vizio.

Niuno v'ha che neghi l'influenza dell'educazione, delle abitudini d'ordine e di lavoro sulla moralità degli uomini, senza tuttavia riguardare la moralità come una semplice conseguenza di tali abitudini; le tavole di moralità pro-

vano che l'educazione e la coltura intellettuale diminuiscono il numero dei delitti e dei decessi annui.

Noi non acquisteremo la cognizione dei mezzi di migliorare efficamente lo stato della società e di fondare durevolmente il benessere dei popoli, se non determinando, colla via dei numeri, il grado d'influenza esercitata sulla moralità dell'uomo dalle nostre istituzioni, dai nostri usi e costumi.

Ecco quale deve essere lo scopo delle nostre investigazioni.

Digitized by Google

LETTERA OTTAVA

Formazione delle sostanze organiche per mezzo dell'acido carbonico, dell'acqua e dell'ammoniaca. Eliminazione dell'ossigeno. — Combinazione delle sostanze organiche per accoppiamenti. — Corpi copulati. — Metamorfosi cui soggiacciono le sostanze organiche sottratte all'influenza della forza vitale. — Primo impulso dato dall'ossigeno dell'aria. — Propagazione del movimento molecolare che ne risulta. — *Fermentazione, putrefazione.* — Natura dei fermenti. Influenza della temperatura sulla natura dei prodotti della fermentazione. — Influenza delle sostanze estere. — Cagione dell'odore e del sapore dei vini.

Il carbonio contenuto in tutte le parti delle piante, e che è da esse introdotto nell'economia animale, trae la sua origine dell'*acido carbonico*; l'idrogeno di tutte le sostanze non azotate proviene dall'*acqua*; l'azoto di tutte le sostanze azotate deriva dall'*ammoniaca.*

La molecola dell'acido carbonico è formata di un gruppo di tre atomi, di cui uno di carbonio e due di ossigeno. Non v'è parte vegetale od animale che, per un atomo di carbonio, contenga più di due atomi di un altro elemento; ed anzi il maggior numero delle sostanze organiche contiene meno di due atomi.

Tutte le parti dell'organismo sono formate di molecole o di gruppi molecolari di acido carbonico più o meno mo-

Digitized by Google

dificato; nella pianta viva, esse nascono dall'acido carbonico assorbito dalle foglie o dalle radici, e scomposto dai raggi solari. Questi eliminano l'ossigeno dell'acido carbonico per sostituirgli una certa quantità d'idrogeno, o d'azoto o di idrogeno.

Lo zuccaro di uva, per esempio, considerato nella forma più semplice, rappresenta una molecola di acido carbonico, nella quale un atomo di idrogeno si sostituisce ad un atomo di ossigeno. Lo zuccaro di canna, la gomma, l'amido, la cellulosa (il principio chimico del tessuto ligneo) possono riguardarsi come risultanti dalla riunione di molte molecole di zuccaro d'uva, da cui si fossero separati uno o più atomi d'acqua.

La chinina, la caffeina e gli alcali organici in generale contengono carbonio e gli elementi dell'acqua, associati ad una certa proporzione di azoto.

Le sostanze organiche più complesse, come sono l'albumina sciolta nei sughi vegetali ed il caseo delle sementi vegetali contengono zolfo oltre ai quattro elementi contenuti negli alcali organici.

Gli acidi organici così diffusi nelle piante, l'acido ossalico dell'acetosa, l'acido malico e l'acido citrico dei frutti acidi, offrono coll'acido carbonico gli stessi rapporti dello zuccaro d'uva. Infatti, due molecole d'acido carbonico possono produrre l'acido ossalico, perdendo un atomo di ossigeno; due molecole d'acido ossalico possono produrre acido malico, fissando due atomi d'idrogeno ed eliminando due atomi di ossigeno.

Da questi acidi senza dubbio nascono lo zuccaro, la gomma, la cellulosa; essi sono i mezzi per cui si opera la trasformazione dell'acido carbonico in zuccaro ed in combinazioni organiche più complesse.

Lo zuccaro infatti contiene l'idrogeno e l'ossigeno esattamente nelle proporzioni dell'acqua, e gli acidi in discorso, oltre agli elementi dell'acqua, contengono un certo eccedente d'ossigeno. Una nuova fissazione d'idrogeno su questi acidi, con o senza eliminazione d'ossigeno, può adunque convertirli tutti in zuccaro. I prodotti di queste metamor-

fosi hanno proprietà tanto più diverse da quelle dell'acido carbonico, quanto più se ne allontanano per la loro composizione; gli acidi organici posseggono ancora il carattere chimico dell'acido carbonico; ma questo carattere non esiste più nell'amido e nella cellulosa.

Le molecole dell'acido ossalico, dell'acido tartarico, dell'acido malico, dell'acido citrico, dello zuccaro, nel cristallizzarsi, aggruppansi giusta una direzione determinata dalla forza inorganica; ma, nella formazione dell'amido e della cellulosa, una causa estrinseca agisce in concorrenza colla forza di coesione, e modifica il senso della sua attrazione; non sono infatti più linee rette o piani, ma curve che terminano le molecole organiche complesse.

Il modo di formazione delle molecole complesse venne spiegato dai lavori dei chimici in questi ultimi anni.

Si scoperse tutta una serie di composti, risultanti dalla combinazione di due corpi più semplici, e conservanti il carattere chimico di uno dei corpi costituenti, in modo contrario alle leggi della chimica minerale, in cui generalmente le proprietà di due corpi si neutralizzano intieramente per la combinazione.

Tutti conoscono, p. es., l'acido formico e l'essenza di mandorle amare. Questi due corpi, combinandosi, producono l'acido formo-benzoilico, le cui proprietà sono affatto simili a quelle dell'acido formico, e non hanno verun rapporto con quelle dell'essenza di mandorle amare. In questa combinazione l'acido formico ha conservato il suo carattere chimico, mentrechè l'essenza di mandorle amare ha perduto il suo.

I composti di questo genere, quantunque prodotti dalla combinazione di due corpi già composti, adempiono intieramente le funzioni delle combinazioni organiche più semplici, delle combinazioni cioè che non si possono sdoppiare e ricomporre poscia coi prodotti del loro sdoppiamento.

Si chiamano *corpi copulati*, e si dà il nome di *copula*, a quella fra le parti costituenti, le cui proprietà scompaiono per effetto della combinazione. Secondo questa definizione

l'essenza di mandorle amare è dunque la copula dell'acido formo-benzoilico.

È verosimile che la maggior parte delle combinazioni organiche complesse costituiscono simili corpi copulati; ed a ragione si collocano l'albumina, il caseo, gli alcali vegetali, quantunque non se ne conosca sempre con certezza la copula (55).

Accoppiando composti azotati, come l'acido prussico, o l'ammoniaca, con corpi non azotati, od anche azotati, il chimico può produrre o combinazioni aventi tutti i caratteri degli acidi azotati, o sostanze coloranti azotate che ritrovansi nella natura. Per esempio negli asparagi, nei rampolli delle leguminose o di molte altre piante trovasi un principio immediato chiamato col nome di *asparagina*; questo corpo equivale a malato d'ammoniaca, da cui siansi separati gli elementi dell' acqua; perchè si può coll' acido malico e coll'ammoniaca produrre artificialmente dell'acido *aspartico*, che deriva dall'asparagina.

Fissando dell'ammoniaca sull'orcina scolorata e cristallizzata, in presenza dell'ossigeno, si ottiene una magnifica materia colorante rossa, l'orceina.

Finalmente, secondo le belle esperienze dei signori Wurtz ed Offmann, si possono successivamente togliere i tre atomi d'idrogeno dall' ammoniaca, sostituendovi gruppi organici complessi, talmente che si producono combinazioni dotate di tutti i caratteri chimici dell' ammoniaca. L' ammoniaca neutralizza gli acidi, e produce sali; i prodotti di sostituzione dell'ammoniaca sono alcali organici intieramente simili alla chinina ed alla morfina (56).

Tutti sanno che gli esseri organizzati provano, per effetto della morte, una trasformazione, per cui poco a poco scompare dal suolo la materia di cui sono composti. L' albero più robusto, una volta abbattuto ed esposto all'azione dell'atmosfera, dopo 36 a 40 anni finisce col non lasciar più che la corteccia. Le foglie, i rami novelli, la paglia portata sui campi per concime, i frutti dotati di sapore, spariscono anche più rapidamente; ma sovrattutto le parti

animali provano tale metamorfosi nel più breve termine; esse spandonsi per l'aria allo stato di gaz, e finiscono con lasciare soltanto le parti minerali che provengono dalla terra.

Questo grande fenomeno di dissoluzione succede negli esseri organizzati si tosto che la morte fa cessare l'azione delle cause diverse, sotto l' influenza delle quali si erano formate le combinazioni che li compongono.

I prodotti dell' economia vegetale ed animale provano, per l'azione dell'aria e del fuoco, una serie di metamorfosi, di cui l'ultima ha per risultamento la trasformazione del loro carbonio in acido carbonico, del loro idrogeno in acqua, del loro azoto in ammoniaca, del loro zolfo in acido solforico.

Per effetto delle reazioni chimiche, le quali sono le conseguenze della morte, gli elementi dei corpi organici riprendono dunque la forma primitiva, sotto la quale essi possono servire di alimento ad una nuova generazione. Gli elementi venuti dall'aria ritornano nell'atmosfera; gli elementi somministrati dalla terra rientrano nel suolo. La morte, il discioglimento di un' intiera generazione diviene così la sorgente della vita di una generazione novella.

Lo stesso atomo di carbonio che, come elemento della fibra del cuore di un uomo, muove il sangue delle sue vene, forse questo stesso atomo fece parte del cuore di un suo antenato. L'atomo d'azoto del nostro cervello forse appartenne al cervello di un Egiziano o di un Negro.

Siccome la generazione attuale alimenta la sua intelligenza coi prodotti intellettuali dei suoi avi, così anche l'organismo nostro trova gli elementi materiali indispensabili alla sua alimentazione fisica nei cadaveri delle generazioni anteriori.

La causa prossima delle trasformazioni chimiche provate dagli esseri organici dopo la morte è l' azione esercitata dall'ossigeno dell'aria sulle loro parti costituenti. Tale azione non si effettua fuorchè in certe condizioni di temperatura ed alla presenza dell'acqua; è incagliata dall'intenso freddo e dal calore dell'acqua bollente; si osserva benissimo nei

frutti ed in generale nelle parti vegetali molli, quando una lesione praticata sulla superficie pone il sugo che esse contengono in contatto coll'aria.

Quando si schiaccia una mela, la reazione chimica comincia dalla parte lesa; si produce una macchia bruna, il cui cerchio si estende concentricamente e regolarmente finchè tutta la mela marcisca e si converta in una massa bruna, molle e pastosa.

Il sugo di uva, finchè è preservato dal contatto dell'aria per mezzo della pelle degli acini, non prova alcun' alterazione; il frutto non fa che disseccarsi; ma basta una leggera lesione per alterarne prontamente il sugo. Quando si taglia un pomo di terra od una barbabietola, si vede che in pochi minuti imbrunisce sulla faccia posta a nudo dal coltello.

Le secrezioni animali si comportano intieramente come i sughi vegetali. Allo stato di salute il latte nella mammella della vacca, l'urina nella vescica, non provano alcuna alterazione; ma in contatto dell'aria il latte si rapprende e depone cacio sotto la forma di una massa gelatinosa, senza svolgimento di gaz; l'urina, da acida che essa era, diviene alcalina, e se poi le si aggiunga un acido, essa produce un'effervescenza di acido carbonico.

Una simile decomposizione si opera dopo la morte nel corpo dell'uomo ed in quello degli animali; essa comincia nelle parti interne da quelle che trovansi, come il polmone, in immediato contatto coll'aria; nei feriti essa comincia dalla parte ferita; negli ammalati in generale dalla parte lesa. La morte in molti casi non è che la conseguenza di una simile reazione chimica nelle parti interne. Questa reazione comincia colla malattia di cui essa costituisce la causa prossima, e va continuandosi dopo la morte.

Ciò che v'ha di più notevole nella maggior parte di questi fenomeni, si è la continuazione della scomposizione chimica nelle sostanze poste compiutamente al riparo dall'ossigeno dopo un primo contatto dell'aria.

Infatti, il mosto di uva continua a fermentare nelle botti meglio chiuse; il vino di Sciampagna fa sovente scoppiare

le bottiglie più resistenti; il latte si quaglia ed inacidisce nei vasi più riparati.

Il contatto dell'ossigeno provoca evidentemente una reazione chimica che modifica intieramente le proprietà delle sostanze organiche. Questo cangiamento di proprietà è una conseguenza di un cangiamento di composizione. Prima del contatto dell'ossigeno le parti costituenti di queste sostanze trovansi in una disposizione molecolare che loro impedisce di reagire; l' accesso dell' ossigeno ad una sola molecola basta per rompere l'equilibrio di tutto il sistema, per determinare nuovi gruppi molecolari; perchè, come lo prova il continuarsi della reazione anche nell' assenza dell' ossigeno, lo stato di decomposizione di questa sola molecola poco a poco si comunica a tutte le altre. Si diede il nome di *putrefazione* alla reazione chimica che si stabilisce nella molecola organica per l' effetto di una cagione esterna, e che, con o senza concorso di questa medesima causa, estendesi alle altre molecole della stessa materia. Una sostanza putrescibile si distingue adunque da un corpo non capace di putrefarsi, perchè può quella scomporsi, per mezzo solo dell' acqua e di una convenevole temperatura in una serie di nuovi composti, mentrechè il corpo non putrescibile in eguali circostanze non soggiace a verun' alterazione.

In natura non esiste che un piccolo numero di sostanze putrescibili nel significato di questa definizione; ma tali sostanze sono diffuse in ogni luogo ed entrano nella composizione di tutti gli esseri organizzati: sovratutto si distinguono le sostanze organiche, vegetali ed animali, così complesse, che contengono azoto e zolfo.

Posti in eguali condizioni di queste sostanze complesse, lo zuccaro, l'urea, la lattina, l'asparagina, l'amigdalina, i vari acidi organici non provano alcuna alterazione sensibile, quando siano allo stato di purezza: una soluzione di zuccaro di canne o di latte abbandonata all' aria, per effetto di dolce calore non fa che disseccarsi o deporre cristalli, senza che si alterino le proprietà dello zuccaro.

I sughi vegetali animali e le secrezioni animali, come il

sugo d'uva, il latte, la bile, l'urina contengono due specie di sostanze, diverse sotto il doppio rapporto delle loro proprietà e della loro composizione: le une sono putrescibili, le altre sono incapaci di provare sole una simile trasformazione. Nella scomposizione dei liquidi organici abbandonati a se stessi si osserva che le due specie di sostanze scompaiono contemporaneamente: si vedono adunque trasformarsi insieme la parte putrescibile e le parti non putrescibili, che senza la prima si sarebbero conservate senza alterarsi.

Quando si lascino putrefare formaggio, fibrina, sangue o muco, e vi si aggiunga dell'acqua zuccherata o zuccaro di latte, od urea ecc., queste ultime sostanze fermentano anche, cioè si decompongono.

Questi fatti dimostrano che le sostanze putrescibili hanno per effetto di determinare la metamorfosi di un gran numero di corpi azotati o non azotati, per sè non putrescibili, quando questi si pongono in contatto con esse nel momento in cui si putrefanno. Quindi è facile il comprendere la differenza che esiste tra la *fermentazione* e la *putrefazione*.

Tutte le materie imputrescibili chiamansi *fermentabili* quando posseggono la proprietà di scomporsi pel contatto di un corpo in putrefazione: la scomposizione che provano chiamasi *fermentazione*; il corpo in putrefazione, che la determina, è il *fermento*.

Tutti i corpi capaci di putrefarsi diventano fermenti nel putrefarsi; cioè, acquistano la facoltà di eccitare la fermentazione in un corpo capace di fermentare; e questi fermenti conservano la loro efficacia, finchè in essi la putrefazione sia pervenuta al suo termine.

Le trasformazioni cui soggiacciono le sostanze in fermentazione, consistono in uno sdoppiamento di una molecola in due o più molecole più semplici. I trentasei atomi semplici dello zuccaro si scindono in quattro molecole di acido carbonico, che contengono dodici atomi semplici, ed in due molecole d'alcool, le quali contengono ventiquattro atomi semplici. Quando il latte inacidisce, la molecola di

zuccaro prova uno sduppiamento in due molecole d'acido lattico, che insieme contengono lo stesso numero di elementi.

Ora, poichè lo zuccaro di latte, per convertirsi in acido lattico, non assorbe alcun elemento estraneo, e non elimina alcuno de'suoi proprii elementi, il cangiamento di proprietà provato dalla sua molecola per effetto di questa trasformazione proviene evidentemeate da una mutazione nella disposizione degli atomi. Dunque gli atomi sono altrimenti disposti nell'acido lattico che nello zuccaro di latte. Per disporsi così in un ordine nuovo gli atomi dello zuccaro di latte hanno manifestamente dovuto porsi in movimento.

Siccome le sostanze putrescibili esercitano un'azione sulle molecole organiche complesse che sole non sono capaci di putrefarsi; siccome tale azione è la conseguenza di un perturbamento molecolare che si comunica dalle prime alle seconde, se ne conchiude, che gli atomi delle sostanze fermentabili, in contatto di una sostanza putrescibile, si comportano come se i loro elementi facessero parte della costituzione di quest'ultima. Il movimento stabilitosi negli atomi del fermento si comunica adunque agli atomi del corpo fermentabile; il cangiamento di situazione che si opera negli atomi del fermento si trae dietro un simile cangiamento negli atomi di carbonio, d' idrogeno e d'ossigeno del corpo non putrescibile (57).

Così spiegasi perchè queste reazioni abbiano un cominciamento, una certa durata, un fine; la qual cosa le distingue dalle reazioni chimiche ordinarie.

Quando si aggiunga acido solforico ad un sale di barita, la scomposizione succede immediatamente in tutti i punti ove la barita incontra l'acido solforico; cominciata appena la reazione, essa è il suo termine, e gli elementi del solfato di barita così prodotti non esercitano più alcun'azione. Non è così di un corpo in putrefazione: questo subisce una serie di metamorfosi, ed offre una certa attività ad ogni fase della sua scomposizione.

Dacchè gli elementi dello zuccaro contenuti nel sugo di

uva o nel mosto di birra provarono uno sdoppiamento od un cangiamento molecolare, essi cessano di scomporsi ulteriormente, mentre la metamorfosi continua nelle sostanze solforate insieme ed azotate deposte sotto forma di lievito.

Si ritiri il lievito dal liquido fermentato, e lo si ponga in contatto con altra acqua zuccherata, quest'ultima proverà uguale metamorfosi a quella delle molecole zuccherine del sugo d'uva e del mosto di birra; il lievito infatti conserva la sua attività finchè la sua propria metamorfosi sia compiuta, ed i suoi elementi siano posti di bel nuovo in equilibrio di attrazione. Se allora il liquido contiene ancora parti zuccherine queste rimarranno indecomposte.

Il tempo richiesto alla metamorfosi del corpo fermentabile dipende dalla qualità di fermento posta in contratto con esso: una quantità di fermento doppia o tripla abbrevia questo tempo, ossia scompone una maggior quantità di corpo fermentabile.

In un vaso ripieno d'acqua zuccherata, in cui siasi posto un tramezzo di carta sugante, permeabile soltanto alle particelle zuccherine, ma non ai globuli del lievito, la fermentazione alcoolica non si effettuerà se non nello scompartimento dove il lievito e lo zuccaro si toccano.

L'azione esercitata dai fermenti sui corpi fermentabili è simile a quella che le materie organiche subiscono sotto l'influenza del calore. La scomposizione ignea è sempre il risultato di un cangiamento molecolare. Il calore determina una dilatazione, un aumento di volume; comincia dallo alterare l'aggregazione degli atomi nei gruppi molecolari. Quando si scaldi un cristallo di zuccaro, le molecole cristalline si allontanano prima le une dalle altre; poi a temperatura più elevata, gli elementi di queste molecole tendono anche a separarsi.

Il calore adunque perturba sulle prime l'equilibrio di attrazione che esiste fra le molecole; lo stato gazoso e lo stato liquido sono nuove condizioni di equilibrio fra il calorico e la coesione. Un calore elevato decompone le sostanze organiche; i prodotti della decomposizione sono stabili alla temperatura della loro formazione, ma una tem-

peratura ancora più elevata li decompone. Ad ogni grado di temperatura corrisponde uno stato di equilibrio particolare fra il calorico e la forza chimica che mantiene in combinazione gli atomi organici.

Comechè sottilmente stritolato non possiamo liquefare un pezzo di zuccaro; possiamo ancora meno scomporre una molecola per distaccarne un atomo di carbonio o d'idrogeno.

Coll'agitare l'acqua zuccherata noi possiamo cacciare, le une sulle altre, le molecole di zuccaro e le molecole di acqua; ma gli elementi di queste molecole non si disporranno per questo in un altro ordine.

Nella putrefazione e nella fermentazione non sono i gruppi molecolari, ma gli atomi contenuti in queste molecole che diversamente vanno aggruppandosi. È questo movimento intrinseco nei corpi in putrefazione, che provoca la nuova disposizione molecolare nei corpi fermentabili, quando la forza che mantiene i loro elementi in combinazione è più debole dell'azione che tende a separarli.

L'influenza della temperatura sui prodotti della fermentazione è notevolissima. Fermentando alla temperatura ordinaria, il sugo delle carote, che è molto zuccherino, come anche quello delle barbabietole, delle cipolle, offre gli stessi prodotti del sugo d'uva; a temperatura più elevata, la reazione è assai diversa: in quest'ultimo caso lo svolgimento di gaz è assai meno sensibile, e non si ottiene alcool. Ove si esamini il liquido quando cessò la fermentazione, non vi si trova più zuccaro, ma invece una grande quantità di acido lattico, oltre ad un corpo analogo alla gomma arabica ed una sostanza cristallizzabile identica col principio essenziale della manna.

L'alcool e l'acido carbonico sono i prodotti della metamorfosi delle molecole zuccherine alla temperatura ordinaria; l'acido carbonico, l'idrogeno, la mannite, l'acido lattico, la gomma, sono i prodotti della fermentazione dello zuccaro a temperatura più elevata.

Quando lo zuccaro di latte si converte in acido lattico, ciò fa pure, fermentando alla temperatura ordinaria. Tra 24 e 36 gradi, il formaggio contenuto nel latte acquista le

proprietà del lievito comune, e lo zuccaro, a tale temperatura, prova due metamorfosi successive; dapprima si converte in zuccaro d'uva; poi questo prodotto si sdoppia, pel contatto del cacio, in alcool ed in acido carbonico. Alla temperatura ordinaria il latte fermenta dunque senza svolgere gaz, e dà luogo ad acido lattico; ove lo si faccia fermentare ad una più alta temperatura, si ottiene un liquore spiritoso, che alla distillazione somministra una vera acquavita.

Evidentemente non v'hanno altre sostanze fermentabili, fuorchè quelle, i cui elementi, mobilissimi, non sono che debolmente tenuti in combinazione. Se per altra parte egli è vero che il fermento determini la metamorfosi dei corpi fermentabili per l'effetto del movimento molecolare de'suoi proprii elementi, è pur certo che gli atomi dei corpi fermentabili debbono opporre una certa resistenza all'azione del fermento, e che tale resistenza abbisogna di essere superata, se gli atomi dei corpi fermentabili hanno a porsi in moto. Comechè debile s'imagini questa resistenza, essa rappresenta pur sempre una forza che ha una influenza retroattiva sugli atomi del fermento stesso, e che tende a modificare il nuovo aggruppamento che stanno formando.

Quindi è che un corpo in putrefazione deve necessariamente, scomponendosi solo, offrire prodotti diversi da quelli che offrirebbe trasformandosi in contatto di una sostanza che esso induce a fermentare.

Infatti, aggiungendo acqua zuccherata al formaggio, oppure al sangue in putrefazione, si osserva una diminuzione dell' odor fetido; i prodotti ai quali quest' odore è proprio scompaiono adunque durante la fermentazione dello zuccaro aggiunto.

Si comprende pure come un corpo fermentabile possa perdere questa proprietà, ove si aumenti la resistenza opposta dalle sue molecole all'azione del formento o si accesca la forza che mantiene in combinazione gli elementi del fermento.

Esiste infatti un gran numero di corpi che incagliano la putrefazione e la fermentazione; l'efficacia di questi agenti

antisettici proviene assai sovente dalla loro proprietà di formare col fermento una combinazione chimica. La ragione si è che la presenza di un simile corpo avente affinità pel fermento fa sì, che gli elementi del fermento persistono davvantaggio nella loro disposizione primitiva, poichè alla forza che li tiene in combinazione, si aggiunge una novella forza di attrazione, che abbisogna parimenti di essere superata, affinchè gli elementi del fermento possano variare di posizione.

A questi agenti antisettici spettano tutti i corpi che esercitano un' azione chimica sul fermento, come sono gli alcali, gli acidi minerali, gli acidi vegetali concentrati, gli olii essenziali, l'alcool e il sale marino. I più attivi fra essi sono l'acido solforoso ed alcuni sali metallici, a base sovratutto di mercurio, capaci di combinarsi chimicamente colle sostanze putrescibili. L'acido arsenioso non impedisce la putrefazione del sangue nè la fermentazione ordinaria dello zuccaro, ma arresta intieramente la putrefazione della pelle dei tessuti gelatinosi.

Molti acidi organici, che soli non sono atti a fermentare, acquistano questa proprietà, quando siano combinati colla calce.

Così il malato di calce, cui siasi aggiunto del lievito, fermenta così facilmente come l'acqua zuccherata; a bassa temperatura si svolge acido carbonico puro, ed il malato si converte in succinato, acetato e carbonato di calce; a temperatura più elevata si svolge gaz idrogeno puro e si ottiene una grande quantità di acido butirrico. Così anche il lattato di calce, in contatto col cacio in putrefazione, somministra acido carbonico, gaz idrogeno, acido butirrico e la mannite; il tartrato di calce somministra acido carbonico, acido propionico (metacetico) ed acido acetico.

Gli acidi neutralizzati dalla calce non esercitano più alcun'azione chimica sul fermento, ed il liquido conserva la sua neutralità durante la decomposizione, perchè la calce, divenuta libera per la formazione di un acido organico più complesso, o di una minore capacità di saturazione, si precipita allo stato di carbonato di calce insolubile.

Digitized by Google

I fermenti contenuti nel sugo d'uva e negli altri umori vegetali costituiscono materie, la cui composizione è simile a quella del sangue, od a quella del caseo del latte. Col mezzo del concime animale si può aumentare la quantità di queste sostanze attive, per esempio nella vite. L'orina della vacca è ricca di carbonati alcalini, i quali esercitano un'influenza sull'aumento dello zuccaro; gli escrementi dell'uomo, al contrario, non contengono se non fosfati alcalini, ed agiscono efficacemente sulla produzione dei principii del sangue, e per conseguenza su quella delle sostanze che, come i fermenti vegetali, hanno una composizione simile.

Per una adatta coltivazione adunque, e per una conveniente scelta di concime, noi possiamo esercitare una grande influenza sulla qualità del mosto d'uva.

Quando l'uva è carica di sostanze azotate, simili ai principii del sangue, possiamo migliorarla aggiungendovi dello zuccaro, prodotto nell'organismo da un'altra pianta, oppure ancora, il che vale lo stesso, aggiungendo alle uve dei nostri climi, non ancora mature, uve secche perfettamente mature e provenienti dai paesi meridionali.

Scientificamente parlando questi sono veri miglioramenti, non inganni.

In tutte le fermentazioni varia la natura dei prodotti, sia per effetto di un cangiamento di temperatura, sia per quello della presenza di altre sostanze, che prendono parte alla trasformazione. Così, lo stesso sugo d'uva, fermentando a temperature diverse, somministra vini di assai diverse qualità, secondo che la temperatura dell'aria nel tempo delle vendemmie è bassa od alta; la profondità, la temperatura delle cantine, durante la fermentazione fa pure variare la qualità ed il sapore dei vini.

Un locale, la cui temperatura resti costante, una fermentazione lenta e regolare, non tumultuaria: ecco le condizioni più propizie alla produzione di un buon vino, e di cui l'uomo può disporre a suo talento.

Converrebbe far fermentare il vino nelle cantine profonde, che così ben convengono alla fermentazione delle buone

specie di birra; i vantaggi di queste cantine derivano principalmente dalla loro costante temperatura; ed io sono persuaso converrebbero anche alla fermentazione dei vini.

L'influenza delle sostanze estranee sulla fermentazione è sovratutto manifesta nel mosto del pomo di terra. Si sa che esso per la distillazione, oltre all'alcool, somministra un liquido oleoso, velenoso, di odore e gusto ributtanti: quest'olio, detto olio di pomi di terra, non esiste già formato in questo tubercolo, ma è un prodotto della metamorfosi dello zuccaro.

Questo prodotto si forma anche nella fermentazione delli sciroppi provenienti dalla fabbricazione dello zuccaro di barbabietola. Riguardo ai caratteri chimici spetta alla stessa categoria dell'alcool; esso rappresenta gli elementi dell'alcool, da cui si fossero separati gli elementi dell'acqua. Due atomi d'olio di pomi di terra si producono per la riunione di cinque atomi di alcool, eliminando sei atomi d'acqua.

Questa produzione dell' olio di pomi di terra, sia pure abbondante per uso d'illuminazione, non succede nei liquidi in fermentazione, che contengono acido lattico, cremore di tartaro, acido citrico, o certe sostanze amare, come il luppolo. Esso effettuasi di preferenza nei liquidi alcalini o neutri, od in quelli che contengono acido acetico o lattico, ed in gran parte la si può impedire per l'aggiunta del tartaro.

L'odore ed il sapore dei vini provengono sempre da particolari combinazioni prodotte durante la fermentazione. I vini vecchi del Reno contengono dell'etere acetico; talvolta vi si trovano piccole quantità di etere butirrico, alle quali essi devono il loro piacevole odore e gusto, simili in qualche modo al vecchio rhum della Giamaica: quei vini contengono tutti dell'etere enantico, che loro comunica l'odore vinoso. Tali combinazioni si producono, sì durante la fermentazione, che durante il tempo in cui il vino riposa, per l'azione de' suoi acidi sull'alcool. L'acido enantico sembra formarsi durante la fermentazione: almeno finora non se ne è trovato indizio nelle uve. Gli acidi liberi, contenuti

Digitized by Google

nel sugo di uva in fermentazione, prendono dunque una parte attivissima nella produzione delle sostanze odoranti. I vini del mezzodì, preparati con frutti ben maturi, contengono del tartaro, ma non acidi organici liberi; essi hanno appena l'odore proprio degli altri vini, e, riguardo al loro profumo, non potrebbero sostenere il confronto coi vini delicati di Francia e del Reno.

Digitized by Google

LETTERA NONA

Fenomeni dell'economia vivente, che hanno relazione colla fermentazione e putrefazione. — Trasmissione di questi stati di decomposizione nelle sostanze che costituiscono l'organismo. — Miasmi, principii contagiosi. — Vegetali ed animaletti prodotti nella fermentazione e putrefazione. — Esame microscopico e chimico del lievito di birra o della feccia del vino. — Teoria dei parassiti. — Malattie contagiose.

Quando si considerano i fenomeni dell'economia vivente sembra che una grande quantità di effetti attribuiti dall'abitudine a particolari attività vitali siano dovuti alle stesse cagioni da cui derivano la fermentazione e la putrefazione. I rapporti fra questi due ordini di fatti furono di già segnalati dai dotti, già sono più secoli, ed un gran numero di medici riguardano ancora oggidì certe manifestazioni vitali come le cagioni della fermentazione e della putrefazione.

Nelle precedenti lettere ho dimostrato che le materie formanti la parte essenziale del corpo degli animali, l'albumina, la fibrina, le membrane, la pelle, il caseo, quando sono in putrefazione esercitano un'azione chimica particolare sulle sostanze in contatto con esse. Ho pure spiegato la varia natura dei prodotti di questa trasformazione, secondo lo stato di decomposizione del fermento.

Digitized by Google

Ora, poichè i cangiamenti molecolari delle sostanze animali, fuori del corpo, sono capaci d'influire sovra una moltitudine di sostanze organiche in contatto con esse, fino al punto di far loro subire delle trasformazioni; poichè, per altra parte, tutte le sostanze che fanno parte degli alimenti dell' uomo e degli animali spettano a questa classe di sostanze fermentabili; non v' ha dubbio che la cagione determinante di queste metamorfosi abbia anche una parte importante nelle funzioni vitali, e concorra potentemente alla trasformazione degli alimenti in adipe, o in parti di organi, od alla produzione delle secrezioni, del latte, dell'orina.

Infatti si eseguiscono costantemente trasmutazioni organiche in tutte le parti dell'economia; l'albumina, la fibrina, le membrane, tutte le sostanze infine onde si compongono gli organi, si trasformano in nuovi prodotti e prendono nuove disposizioni molecolari. L'analogia ci guida ad ammettere che tali metamorfosi, ovunque si operano, e secondo la loro direzione, la loro intensità, determinano metamorfosi parallele nelle parti del sangue e degli alimenti che si trovano in contatto colle materie che subiscono le prime trasformazioni. Le trasmutazioni continue degli organi sono dunque una delle cagioni principali delle metamorfosi che provano gli alimenti nell'economia. Un' altra importante conseguenza deriva dai fatti precedenti, ed è; che tutti i cangiamenti determinati da una cagione morbosa qualunque nel modo di trasmutazione di un organo, di una ghiandola, hanno anche per effetto quello di modificare l'azione di quest'organo stesso o di questa ghiandola sul sangue che vi arriva, epperciò la natura della secrezione che vi si produce; che l'efficacia di moltissimi medicamenti deve adunque attribuirsi alla parte che essi prendono alle trasmutazioni dell'organismo; e che l' influenza di tali medicamenti sulla qualità del sangue consiste nel modificare, accelerare, rallentare o sospendere la particolare attività degli organi.

Dappoichè si riconobbe la vera causa dell'origine e della trasmissione della putrefazione nelle molecole organiche

complesse, la questione relativa alla natura dei miasmi e dei principii contagiosi è pur divenuta facilissima a risolversi. I termini della questione sono questi: v'hanno forse dei fatti i quali dimostrino che certi stati di decomposizione o di putrefazione di una sostanza possano comunicarsi, nell' organismo, alle parti costituenti degli organi vivi: che pel loro contatto con un corpo in putrefazione, queste parti siano poste in uno stato simile a quello in cui trovasi il corpo in putrefazione?

A tale questione conviene rispondere affermativamente. Infatti, è noto che nelle sale di sezioni cadaveriche, i cadaveri provano sovente una decomposizione che si comunica al sangue del corpo vivente; che una lieve ferita fatta collo scalpello è non di rado occasione di accidenti mortali. Il sig. Magendie cita dei casi in cui l'applicazione di sostanze putrefatte sovra una ferita recente, ha determinato vomiti, abbattimenti di forze e la morte. È pure avvenuto che l'uso di carne, di prosciutto o di altri alimenti in decomposizione, cagiona spesso malattie gravissime ed anche mortali.

Questi fatti dimostrano che una sostanza animale allo stato di decomposizione può provocare malattie nell'uomo sano. Ora, come i prodotti morbosi non sono altra cosa fuorchè parti dell'organismo che trovansi in uno stato innormale di decomposizione, così è chiaro poter essi, finchè non si è compiuta la loro metamorfosi, comunicare la malattia ad un secondo, ad un terzo individuo.

Se inoltre si consideri che tutte le sostanze che si oppongono alla trasmissione dei contagii e dei miasmi sono parimenti quelle che sospendono ed arrestano la putrefazione e la fermentazione; che, p. e., le materie empireumatiche, come l'aceto di legno, efficacissime contro la putrefazione, sono pure un mezzo salutare per la guarigione delle piaghe purulente; che in una grande quantità di malattie contagiose, e sovratutto nel tifo, l'aria respirata dagli ammalati contiene dell'ammoniaca libera, mentre la loro orina e le loro feccie contengono del fosfato di ammoniaca e magnesia, non si potrebbe muover dubbio sul modo, con

cui moltissime malattie contagiose nascono e si trasmettono.

Ricorderemo in fine essere perfettamente dimostrato dall'esperienza, che le malattie epidemiche sono spessissimo provocate dalla putrefazione di grandi quantità di sostanze animali e vegetali; che le malattie prodotte dai miasmi sono epidemiche là, dove si decompongono continuamente avanzi organici, nelle contrade umide e paludose, o soggette ad inondazioni, siccome anche nei luoghi poco aerati in cui sta molta gente accumulata, nelle navi, nelle prigioni, nelle piazze assediate. Si può dunque predire con certezza l'invasione delle malattie epidemiche nelle pianure paludose e nelle contrade lungo tempo inondate, e cui vengano poscia forti calori a disseccare.

I fatti da noi esposti ci autorizzano naturalmente a riguardare come la causa prossima della malattia lo stato particolare delle sostanze organiche in decomposizione, ogniqualvolta un fenomeno di putrefazione precede la malattia, oppure ogniqualvolta può la malattia propagarsi col mezzo di prodotti solidi, liquidi o gazosi, e quando non se ne può verificare altra cagione diretta.

I medici dotti ed osservatori sanno che la differenza fra un nutrimento salubre ed insalubre non consiste tanto nella natura quanto nella qualità ed in una certa condizione della sostanza alimentare; che la cattiva qualità della carne, per esempio, può provenire dallo stato di malattia dell'animale che la somministrò. Essi conoscono inoltre gli effetti salutari che sovente si ottengono, nelle camere dei malati, da una ventilazione conveniente, e dall'evaporazione di piccole quantità d'acido nitrico (e non di cloro, i cui effetti sono spesso nocivi), o dalla combustione dello zolfo; da sostanze cioè che distruggono i gaz perniciosi e che ne arrestano la decomposizione.

Molti fisiologi e medici professano una particolare opinione sulle cause dei fenomeni che si osservano dopo la morte nelle piante e negli animali, che hanno per effetto quello di ridurre le parti costituenti in combinazioni minerali per farle poco a poco scomparire dalla superficie del suolo. Quest'opinione meriterebbe appena di essere accennata, se non

fosse divenuta la base di una teoria intieramente erronea delle funzioni vitali, e particolarmente di alcune condizioni patologiche.

Questi scienziati riguardano la fermentazione, ossia la risoluzione delle molecole organiche complesse in combinazioni più semplici, come l'effetto delle manifestazioni vitali di vegetali particolari; e la putrefazione, che è lo stesso fenomeno per le sostanze animali, come il risultato dello sviluppo o della presenza di certi animaletti. Quanto alle malattie epidemiche o prodotte da miasmi, in quanto che si collegano ai fenomeni di putrefazione, essi le attribuiscono alle medesime, od almeno a simili cagioni.

Le prove più dirette ed importanti che si citano ad appoggio di questa teoria sono tolte dalle osservazioni fatte sulla fermentazione alcoolica e sui caratteri della feccia del vino e del lievito di birra.

È noto infatti, per l'analisi microscopica, che la feccia ed il lievito si compongono di piccoli globetti spesso riuniti sotto forma di corona, e che posseggono i caratteri delle cellule vegetali viventi, ed assai somigliano a certe piante inferiori, a funghi, ad alghe. Nei sughi vegetali in fermentazione dopo alcuni giorni osservansi piccoli punti che vanno ingrossandosi dal dentro al di fuori, e vi si osserva una parte interna granulala, circondata da un involucro chiaro.

L'esame chimico si accorda colle osservazioni precedenti, e dimostra che la parete cellulare dei globetti del lievito si compone di una sostanza non azotata, avente la stessa composizione della cellulosa, e che resta allo stato insolubile quando con un alcali caustico debole si cementi il lievito preliminarmente lavato con acqua. Il liquido alcalino allora acquista una materia che contiene tutto l'azoto dei globetti, che ha quasi tutti i caratteri del glutine dei cereali, da cui non differisce se non per la proporzione dell'ossigeno. Questa materia, bruciandosi, offre ceneri affatto identiche a quelle del glutine.

Nel mosto di birra in fermentazione la formazione e la separazione dei globetti si operano nello stesso tempo in cui si svolgono l'acido carbonico e l'alcool. Quando lo zuccaro

è decomposto non si produce più lievito. Questo contiene la parte azotata del malto o dell'orzo, e quando il liquido contiene una data quantità di zuccaro, dopo la fermentazione altro più non si trova che una traccia di sostanza azotata in dissoluzione.

La comparsa simultanea delle cellule del lievito e dei prodotti di decomposizione dello zuccaro è il principale argomento invocato per ammettere che la fermentazione dello zuccaro sia l'effetto di un atto vitale, la conseguenza dello sviluppo, del crescere e del moltiplicarsi di questi vegetali inferiori.

Se col nome di attività vitale intendesi d' indicare la facoltà cui possiede un germe od una semente di prendere dal di fuori e di assimilarsi certe sostanze in virtù di cagioni in essi attive, allora la formazione dei globetti nel mosto di birra in fermentazione vi dimostra senza dubbio l'esistenza di un'attività vitale.

Probabilissimamente si è da una data quantità di zuccaro che formasi la parete cellulare, composta da una combinazione non cristallizzabile e più complessa che lo zuccaro; così anche dal glutine del malto producesi la parte interna dei globetti, che fra le altre cose contengono sporule o germi che determinano la formazione e lo sviluppo di nuovi globetti nel mosto recente.

Ma se lo sviluppo e la moltiplicazione di questi vegetali sono causa della fermentazione, conviene ammettere che le condizioni della loro formazione trovansi riunite ogniqualvolta vediamo gli stessi effetti, che cioè esiste sempre zuccaro per somministrare la parte cellulare, ed esiste glutine per produrre la parte interna.

Ora quello che v'ha di più notevole nelle fermentazioni e che importa sovratutto di spiegare, si è che i globetti intieramente sviluppati determinano la trasformazione dello zuccaro di canna in zuccaro d'uva, e lo sdoppiamento di quest'ultimo in un volume d'acido carbonico ed un volume d'alcool, e che gli elementi dello zuccaro si ritrovano tutti in questi prodotti, poichè 3 chilogrammi di lievito (supposto secco) decompongono 200 chilogrammi di lievito; si effettua

dunque un'azione potentissima senza che venga adoperata una quantità percettibile di materia per la funzione vitale che i globetti devono esercitare. Se la fermentazione fosse una conseguenza dello sviluppo e della moltiplicazione dei globetti, questi non ecciterebbero la fermentazione nell'acqua zuccherata pura, che è priva delle altre condizioni essenziali alla manifestazione di quest'attività vitale, che non contiene la materia azotata necessaria alla produzione della parte interna dei globetti.

L'esperienza dimostra che in quest'ultimo caso i globetti determinano la fermentazione, non perchè essi continuano di svolgersi, ma per effetto della metamorfosi cui soggiace la loro parte interna, la quale si decompone in ammoniaca ed in altri prodotti; vale a dire per effetto di una scomposizione chimica che è l'opposto di un atto organico.

Posto in contatto, a più riprese, con nuov'acqua zuccherata, il lievito perde poco a poco la proprietà di eccitare la fermentazione, e finalmente nel liquido non rimangono che i suoi tegumenti non azotati, ossia le pareti cellulari.

Ne segue che la cagione del disdoppiamento delle molecole zuccherine non può attribuirsi ad una specie di vegetazione, perchè la formazione dei globetti succede senza che questi si riproducono a guisa degli esseri organizzati, ma in condizioni che distruggono in essi la facoltà di moltiplicarsi (58).

È manifesto che questa cagione è dovuta ad un'attività che persiste quand'anche si escludano le condizioni della formazione dei globetti.

Se inoltre si consideri che l'effetto del lievito non si limita allo zuccaro, ma che si estende anche ad altre materie che, pel loro contatto col lievito, provano una trasformazione simile a quella dello zuccaro; che nell'acqua zuccherata in fermentazione il tannino si converte in acido gallico, l'acido malico del malato di calce negli acidi succinico, acetico e carbonico; che parecchie sostanze diverse dal glutine per la loro composizione, come le membrane animali o l'albume delle mandorle dolci, quando si pu-

trefanno, determinano una metamorfosi uguale a quella del lievito, se ne conchiude naturalmente che l'attività del lievito devesi attribuire ad una causa più generale; che essa non deriva dallo zuccaro, e che il disdoppiamento dello zuccaro in alcool ed acido carbonico non è subordinato alla costante natura del lievito.

D'altronde l'esperienza dimostra che il lievito, abbandonato a sè, perde prontamente la proprietà di eccitare la fermentazione alcoolica. Lo stesso succede quando lo si triturò in un mortaio in modo da distruggerne ogni tessitura organizzata; ma non per questo esso perde assolutamente la sua attività sulle sostanze organiche: perchè in questo novello stato, esso possiede la proprietà di convertire lo zuccaro in acido lattico, e l'acido lattico del lattato di calce in acido butirrico, mannite, idrogeno ed acido carbonico. Questi sono effetti che si osservano senza alcun indizio di vegetazione.

Dal complesso di questi fatti risulta che la causa della scomposizione dello zuccaro nella fermentazione alcoolica non può attribuirsi alla forma organizzata, nè alla composizione chimica della materia azotata contenuta nei globetti; ma che essa proviene unicamente da uno stato particolare di questa materia.

La fermentazione del vino e del mosto di birra non è un fatto isolato, ma un caso particolare di una numerosa classe di fenomeni simili. Finchè si accompagna alla formazione od alla decomposizione dei funghi, la fermentazione alcoolica dalle altre fermentazioni, in cui non si osserva vegetazione alcuna, si distingue in questo che i prodotti che risultano dalla metamorfosi del glutine posseggono ancora certe proprietà vitali oltre alle chimiche. Il glutine, l'albumina e la caseina vegetale, i sughi vegetali eccitano la fermentazione perchè si scompongono: la loro efficacia deriva dallo stato di metamorfosi in cui si trovano le loro parti costituenti; alterandosi, precipitandosi, col concorso di altre cause secondarie, acquistano la forma di un vegetale inferiore, le cui proprietà vitali sono colle-

gate ad uno stato di transizione, e cessano col cessare di quello stato. I globetti del lievito non hanno un'esistenza propria come i funghi e le alghe.

La fermentazione dello zuccaro, come caso particolare, non richiede d'altronde una interpretazione diversa da quella che fu data da noi nelle precedenti lettere, riguardo alla fermentazione in generale. Lo zuccaro si disdoppia in alcool ed in acido carbonico per effetto della cessazione dell'equilibrio di attrazione fra i suoi elementi, e tale modo di essere è determinato da una sostanza, le cui molecole si trovano in uno stato di movimento (59).

Del resto, la fermentazione alcoolica è la sola specie di fermentazione che siasi finora studiata con accuratezza. I signori Daepping, Karsten, Struve, citano casi in cui i sughi vegetali fermentarono posti al riparo dell' aria; ed altri in cui lo zuccaro si è disdoppiato in acido carbonico ed in alcool, senza che in pari tempo vi fosse fermentazione di funghi. D'altronde nulla di costante si è osservato nelle vegetazioni prodotte in molte altre fermentazioni.

Si è dunque ben lungi dallo aver dimostrato un positivo rapporto fra le funzioni vitali di questi esseri organizzati e la formazione dei prodotti della fermentazione. Niuno anzi si studiò di collegare fra essi i due ordini di fatti, nè di spiegare in qual modo una pianta possa decomporre lo zuccaro in alcool ed in acido carbonico. Se più attentamente si esaminano gli argomenti per cui i vitalisti procurano di difendere tale opinione, si crederebbe che siano ritornati i primi tempi della scienza.

Vi fu un tempo in cui, non potendosi spiegare l'origine della calce nelle ossa, dell'acido fosforico nel cervello, del ferro nel sangue, degli alcali nelle piante, si spinse la fantasia fino all' attribuire all' economia animale la facoltà di produrre il ferro, il fosforo, la calce, la potassa, per mezzo degli alimenti in cui tali sostanze mancavano.

Con una così comoda spiegazione era naturalmente inutile il ricercare ulteriormente l'origine di tali sostanze, e cessava per ciò stesso ogni severa investigazione a questo riguardo.

I partigiani della teoria che attribuisce la putrefazione ad animaletti od a piccoli vegetali, riguardano i corpi in putrefazione come nidi d'infusori o di funghi: quando i corpi organici si putrefanno sovra un grande spazio, l' atmosfera, a parer loro, si empie di tali esseri; questi germi, svolgendosi nel corpo dell'uomo e degli animali, diverrebbero germi di malattie; da essi ancora nascerebbero i miasmi ed i contagii.

La base di questa *teoria*, detta *dei parassiti*, si riduce a due fatti: la trasmissione della scabbia e la malattia dei bachi da seta, conosciuta col nome di *moscardina*.

La scabbia è un' infiammazione della pelle, prodotta dall' irritazione eccitativa di una specie di *mito* detto *acarus* della scabbia, che ne abita le solcature. Affinchè questa malattia si comunichi è necessario un contatto prolungato, sovratutto durante la notte, perchè l' insetto della scabbia è un cacciatore notturno. Per dimostrare che quell' insetto costituisce il principio contagioso della scabbia, si citano i fatti seguenti: l' inoculazione del pus delle pustole scabbiose non produce scabbia; applicando sulle braccia, sulle cosce le croste delle eruzioni scabbiose, la non si produce nemmanco; la scabbia può risanarsi col rimuovere l'acarus per mezzo della fregagione con polvere di mattoni; non si trasmette dall'acaro maschio, ma dalle femmine fecondate; diventa una malattia generale per contagio; è malattia cronica e non guarisce da sè (Henle).

Il principio contagioso della scabbia sarebbe adunque un animale che mangia, che cova gli uovicini; sarebbe adunque un principio fisso, perchè è privo di ali, e le sue uova non possono disperdersi per l'aria.

La *moscardina* sarebbe una malattia dei bachi da seta, cagionata da un fungo. I germi di questo vegetale, dopo di essersi introdotti nel corpo dell' insetto, si svilupperebbero a spese di questo; dopo la morte rompono la pelle di lui, ed allora un'infinità di funghi si vedono alla superficie, i quali vanno a poco a poco disseccandosi, e si riducono in una polvere sottile, cui il più leggiero movimento dissipa nell'aria.

Sarebbe questo il tipo dei principii contagiosi volatili. Una buona alimentazione, una perfetta salute, accrescono la predisposizione degli individui a contrarre questa malattia quando vi si spargono i germi.

Ove si è osservato che una folla d'insetti non si sviluppano e non si moltiplicano fuorchè nel corpo, o sotto la pelle di animali superiori, dove essi eccitano malattia e sovente anche la morte.

Ora si riguardi l'acaro della scabbia come un principio contagioso, bisogna pure comprendere fra le malattie contagiose tutte quelle che in simile maniera sono cagionate da animali, da parassiti, perchè non potrebbe corrervi alcun divario nella spiegazione del fatto per la grossezza o piccolezza dell'animale.

Si osservarono piante parassite, simili alla moscardina, nei pesci, negli infusori, nelle uova dei gallinacei; e questi casi, assai frequenti d'altronde nel regno organico, provano senza dubbio che parecchie malattie, ed anche la morte, possono essere l'effetto di alcuni parassiti che non vivono che a spese delle parti costituenti di altre piante o di altri animali: ma se chiamasi *principio contagioso* un fungo, bisogna concedere che la grossezza o piccolezza del vegetale non potrebbe modificare il significato di queste parole, e che allora esistono principii contagiosi lunghi da sei ad otto pollici, come il fungo *spaeria Robertii*, che si sviluppa nel corpo di un bruco della Nuova Zelanda.

Dacchè si afferma che la scabbia si comunica per mezzo dell' acaro, che altre malattie si comunicano per le sporule de'funghi, è chiaro non essere necessaria una teoria particolare per ispiegare il contagio, e conviene senza dubbio collocare nella stessa categoria tutte le infermità in cui la osservazione segnala simili cause di trasmissione.

Se poi si domanda quali risultamenti abbia offerto la ricerca di queste cagioni in altre malattie contagiose, si ottiene per risposta, che il più accurato esame non permise di scoprire animaletto od esseri organizzati di qualsivoglia specie, ai quali si potesse attribuire la causa del contagio

del vaiuolo, della peste, della sifilide, della scarlattina, del morbillo, del tifo, della febbre gialla, dell' idrofobia.

Esistono dunque malattie cagionate da animaletti, da parassiti che si svolgono nel corpo di altri animali e vivono a spese delle loro parti costituenti. Tali infermità non devono confondersi con quelle in cui queste cagioni mancano affatto, quantunque a queste si rassomiglino pei caratteri esterni. Ricerche ulteriori forse dimostreranno che tanto le une come le altre sono conseguenze di parassiti: ma finchè tale dimostrazione non sussiste ancora, i principii dell'investigazione scientifica richiedono che i parassiti si escludano. La scienza deve investigare profondamente le cause particolari che determinano queste altre malattie; il problema abbisogna di esser posto, e finalmente senza dubbio si scioglierà.

La maggior difficoltà in tal genere di ricerche consiste in questo, che, pervenuti noi ad un dato termine, non possiamo più distinguere gli effetti delle forze attive, in un essere organizzato, dagli effetti dovuti alle forze fisiche. Invano si cercò un limite per le piante e per gli animali, un carattere positivo che permettesse di distinguerli; non si poterono scoprire che transizioni, e non limiti assoluti.

Vi sono azioni provocate da forze fisiche, e che si manifestano con caratteri propii dei fenomeni vitali.

L'ingegnosa disposizione degli apparecchi, le maravigliose funzioni che essi eseguiscono, separano in modo così patente gli animali superiori della natura non animata, che molti sono indotti ad attribuire gli atti dell'organismo a forze affatto diverse dalle forze fisiche. I dotti per lungo tempo attribuirono una preponderanza così grande ai fenomeni vitali ed alle ignote cause che li determinano, che essi dimenticano intieramente il concorso delle forze chimiche e fisiche; anzi taluni lo contestarono e lo negarono.

Nelle produzioni vegetali inferiori, al contrario, le azioni chimiche e fisiche sono così predominanti, che dimostrazioni particolari sono necessarie per segnalarvi l'esistenza di una attività vitale.

Infatti si conoscono esseri viventi che hanno tutta l'apparenza di un precipitato senza vita; ed osservatori espertissimi confusero alghe o funghi con certe formazioni cristalline: è manifesto che noi non possiamo fare una ben chiara distinzione fra gli effetti delle forze chimiche e gli effetti della forza vitale.

Nello stato della scienza, le parole *forza vitale* non indicano punto una forza speciale di un carattere preciso, come forse l'elettricità ed il magnetismo; ma è un nome collettivo sotto cui si comprendono tutte le cause da cui derivano i fenomeni vitali. In questo significato adunque, l'espressione di forza vitale trovasi giustificata, per cui si giustifica l'espressione di *affinità*, sotto la quale vengono comprese le cagioni dei fenomeni chimici, ma che non ci sono più note di quanto lo siano le cagioni dei fenomeni vitali.

LETTERA DECIMA

Rapporti della Chimica colla Fisiologia. — Differenze fra il linguaggio chimico ed il linguaggio fisiologico. — Urina, bile, sangue. — Forze attive nell' economia animale. — Effetti ancora inesplicabili. — Cristallizzazione del solfato di soda; condensamento dei vapori di iodio sulle incisioni.

Tutto è collegato in natura. Le scienze naturali sono così ben congiunte fra loro, che nessuna di esse potrebbe stare senza il concorso delle altre. Di mano in mano che si allarga il loro campo d' investigazione, giunge un tempo in cui i loro confini sono a contatto.

Quando due scienze vanno in tal modo a confondersi, per l'ordinario ne nasce una scienza nuova, che riunisce i due dominii, e s' impadronisce del loro oggetto, del loro metodo. Affinchè due scienze riescano così ad immedesimarsi, conviene che esse abbiano di già acquistato un dato grado di sviluppo; l' indipendenza di ciascun dominio deve sulle prime essere assicurato, perchè prima di questo, gli sforzi degli esploratori non si spingono sul territorio di confine.

Una simile fusione della fisiologia colla chimica è uno degli acquisti considerevoli promessi dalla scienza moderna.

La fisiologia non può più sussistere senza i lumi della chimica, per conseguire il fine che si propone, per rischia-

rare nel loro complesso i fenomeni vitali. La chimica, infatti, da cui essa attende la spiegazione dei rapporti che uniscono le proprietà vitali alle forze chimiche, la chimica, dico, è salita a tale grado di sviluppammento, per cui essa può inoltrarsi in altri dominii, ed elaborare così una scienza nuova.

I fenomeni, che succedonò negli animali durante la vita, sono complicatissimi. Si provano difficoltà grandi nel porre in chiaro la natura delle varie cagioni, e la parte che esse prendono a questi fenomeni.

Nelle investigazioni delle scienze naturali si dividono regolarmente le difficoltà in tante parti per esaminarle in seguito separatamente. Quindi è, che si possono dividere tutti i fenomeni fisiologici in due classi, ognuna delle quali può fino ad un certo segno studiarsi separatamente da un'altra classe.

Tale divisione non esiste certamente nella natura, in cui, al contrario, i due ordini di fenomeni stanno fra loro in rapporti intimi e diretti.

La fecondità, lo sviluppamento ed il crescere degli animali, in varii rapporti, e le funzioni degli organi, le leggi del moto, l'ufficio dei liquidi, dei muscoli, della sostanza nervosa, tutti questi fenomeni, così ben distinti, possono studiarsi senza che uno si occupi della materia, vale a dire, dei movimenti di queste attività.

Ma alla fisiologia spettano ancora altri non meno importanti fenomeni: la digestione, la formazione del sangue, la nutrizione, la respirazione, le secrezioni, derivano dalle trasformazioni cui soggiacciono le sostanze solide o liquide prese dal di fuori, o che fanno parte degli organi; sulle metamorfosi di queste sostanze, considerate indipendentemente dalla loro forma, la chimica arreca lumi alla fisiologia.

La fisiologia appoggiasi evidentemente sovra una doppia base; sulla fisica fisiologica (fondata sull'anatomia), e sulla chimica fisiologica, che deriva dalla chimica animale. Dalla fusione di queste due scienze nascerà una scienza nuova, la vera fisiologia, che sarà, rispetto alla scienza cui si ap-

plica ora questo nome, quello che la chimica moderna è rispetto alla chimica del secolo passato.

Per comprendere tutta l'importanza di questa fusione della fisiologia colla chimica, basta rammentare la condizione analoga in cui si è trovata quest'ultima scienza stessa.

Per avere assorbite in sè ramificazioni intiere della fisica presenta sovratutto la chimica moderna il carattere che la distingue. Quarant'anni or sono, la densità dei corpi allo stato di gaz era considerata come una proprietà puramente fisica, ma dappoichè si riconobbe quanto tale proprietà sia collegata alla composizione dei corpi, d'allora si è la chimica che più specialmente si occupa della densità dei gaz.

Rapporti simili furono osservati fra la composizione dei corpi e la loro capacità calorifica, la loro dilatazione per mezzo del calore, il loro punto di ebollizione, la loro forma cristallina, ed è anche la chimica che studia questi rapporti. Finalmente la medesima scienza si è quasi intieramente appropriata l'elettricità, per quanto almeno concerne le mutazioni di forma e di caratteri provocate nei corpi dall'agente elettrico.

Quando i fenomeni della vita saranno meglio conosciuti, si vedrà che moltissime proprietà fisiologiche dipendono dalla composizione chimica. Per la sua fusione colla chimica animale, la fisiologia potrà investigare profondamente questi rapporti e formarsi così un' idea chiara dei fenomeni vitali.

Alcuni secoli or sono passati in cui si tentò di spiegare per mezzo della chimica esclusivamente i fenomeni della vita, e di fare così della fisiologia un capitolo della stessa scienza.

Allora, infatti, le reazioni chimiche, le quali si operano nei corpi, erano meglio conosciute che gli organi stessi. Più tardi quando i progressi dell'anatomia svelarono la maravigliosa struttura, la forma, i caratteri, le funzioni degli organi, si è creduto di trovare la spiegazione dei fenomeni per mezzo di certi principii della meccanica. Tutti questi saggi fallirono, e per ciò stesso contribuirono ai progressi della fisiologia, come scienza indipendente.

Digitized by Google

Quarant'anni addietro la mineralogia si trovava nell'istessa condizione rispetto alla chimica: agli occhi di molti essa era riguardata per non essere che un capitolo della chimica; i minerali composti erano disposti nella classe dei sali. La mineralogia conquistò la sua indipendenza, non respingendo i consigli della chimica, ma accogliendo nel suo proprio dominio l'analisi chimica come un mezzo per determinare la specie minerale; e d'allora in poi i mineralogi stessi somministrano alla chimica gli schiarimenti più preziosi sui rapporti che esistono fra la composizione chimica, la forma e gli altri caratteri dei minerali.

Un ostacolo (facile però a rimuoversi) ad un simile accordo fra i chimici ed i fisiologi si è che in fisiologia non si applica sempre la stessa parola alle cose stesse, alle stesse combinazioni, e che, nell'impiego dei nomi, minore riguardo si ha alla natura ed ai caratteri delle sostanze che al loro ufficio dell'atto vitale od alla loro presenza in certi organi.

Per esempio, in fisiologia col nome di urina o di bile s'intendono liquidi contenuti nelle vesciche di certi apparecchi, e liquidi, la cui natura può estremamente variare, senza che perciò cessino di essere riguardati come urina o come bile; lo stesso del sangue; la sua definizione non si appoggia sovra date proprietà particolari, ma sulle funzioni eseguite nella nutrizione, senz'alcun riguardo al colore nè agli altri caratteri.

Al contrario, pei chimici, che studiano i corpi secondo le loro proprietà, le parole urina, bile, latte, sangue ecc., suppongono un insieme di proprietà ben determinate; cosicchè non potrebbero applicarsi ad una sostanza, ad un liquido privo di tali proprietà; e siccome l'urina, la bile, il sangue sono mescolanze di parecchi principii, così la chimica vi distingue i principii costanti, essenziali o caratteristici dai principii variabili che non determinano le proprietà generali di questi liquidi.

In chimica la nozione di urina si collega alla presenza, in questo liquido, di alcune combinazioni, quali sono l'urea, l'acido urico; e, rispetto alla chimica, il nome di urina

non potrebbe darsi ad un liquido che non contenesse questi corpi.

Il sangue, il latte, ecc., sono semplici mescolanze, vale a dire che i principii di cui si compongouo, vi si contengono non in proporzioni determinate, ma variabili. Questa mescolanza del sangue si scorge già per mezzo del microscopio: allora lo si vede composto di globetti o dischi circolari rossigni, nuotanti in un liquido giallognolo od appena colorato, che è il siero.

La linfa contiene due corpi scolorati, una dei quali si separa alla temperatura ordinaria (fibrina), e l' altro si coagula per effetto di una temperatura elevata. Essa s' intorbida e s'imbrunisce per mezzo di goccioline di materia grassa. Quando si agita la linfa con etere, si chiarisce e si fa trasparente, perchè l'etere scioglie la materia grassa.

Non è così facile il porre in evidenza lo stato di mescolanza di altri liquidi organici, per esempio, della bile. Tuttavia, coll'aiuto di certi reattivi chimici, che non trasformano i corpi coi quali si pongono in contatto, si può ottenere l' intento.

La bile degli animali è di un giallo d'oro, verdognola o di un bruno gialliccio. Recentemente estratta dalla vescichetta, contiene in istato di miscela una sostanza mucilagginosa, insolubile nell'acqua, insipida, che si può agevolmente separare, precipitando la bile coll'alcool. Il prodotto che si ottiene possiede il colore della bile; se viene filtrato sopra carbone in polvere, quest' ultimo ritiene la materia colorante, mentre tutte le altre parti della bile si ritrovano nel liquido scolorato e filtrato.

La bile adunque, rispetto al colore, presenta le stesse particolarità del sangue, con questo divario tuttavia che nella bile la materia colorante si trova nello stato di dissoluzione e non in quello di combinazione con qualche altro principio organico. Se la materia colorante vi si trovasse allo stato di combinazione, il carbone dovrebbe impadronirsi ancora di un'altra materia organica; la qual cosa è contraria all'esperienza. Quando si mescoli la bile con del-

l'etere, oppure s'aggiunga una quantità d'etere sufficiente ad una soluzione alcoolica di bile scolorata, la miscela si separa in due strati, uno dei quali, sciropposo e denso, cade al fondo, mentre l'altro, più leggiero, viene a galla. Quest'ultimo contiene tutto l'etere impiegato, e lascia coll' evaporazione una grande quantità di sostanza grassa. Questa sostanza grassa è contenuta nella bile, non in sospensione e nella forma di goccioline come nella linfa, ma in dissoluzione.

Le ricerche fatte sinora dimostrano che la bile degli uccelli, dei mammiferi, dei pesci, degli anfibii si comporta come l'alcool, l'etere, il carbone; che essa punto non costituisce una combinazione unica, ma bensì una mescolanza di parecchie combinazioni.

Se la bile fosse una combinazione unica, non si potrebbe privarla di una sola delle sue proprietà senza distruggere nello stesso tempo tutte le altre. Ma si può, p. e., togliere la sua densa consistenza senza che gli altri suoi caratteri subiscano il menomo cangiamento; così è pure del suo colore e dell' indole saponacea. Quanto alla combinazione che ne rimane dopo questi due trattamenti, questa non si può più privare, senza distruggerla, di alcuna delle sue proprietà: essa costituisce il sale di soda di un acido particolare, formato dall'accoppiamento di un acido azotato, l'acido colalico, colla glicocolla (zuccaro di gelatina) o colla taurina; essa distinguesi per un sapore amaro e per la proprietà di assumere un color di porpora quando la si mesce con zuccaro e con poca quantità di acido solforico (*).

Avendo l'esperienza dimostrato che la sostanza nervosa e cerebrale, gli escrementi e quasi tutte le parti dell' organismo contengono la stessa sostanza grassa della bile; che il liquido separato dal sangue pel coagulamento possiede un colore simile a quello della bile; che il muco delle intestina non può distinguersi da quello della vesci-

(*) La bile del porco contiene un acido organico particolare, diverso dagli acidi ritrovati finora nella bile degli altri animali.

chetta biliare, se ne dedusse che la materia grassa, la materia colorante ed il muco non sono principii essenziali della bile. Non così riguardo al suo principio amaro, insolubile nell'etere, solubile nell'alcool e nell'acqua; questo principio, presso gli individui allo stato di salute, non trovasi fuorchè nella bile. Perciò il chimico lo riguarda come caratteristico di questa secrezione, e di esso intende di parlare quando parla della bile. Il chimico, per ugual ragione, riguarda come caratteristici dell'urina di tutti gli animali l'acido urico, l'urea e l'allantoina, poichè questi principii, l'uno o l'altro dei quali trovasi in tutte le orine, sono combinazioni connesse, potendo l'acido urico trasformarsi in urea ed in allontoina. Per altra parte, l'acido ippurico e l'acido benzoico, contenuti nell'orina dell'uomo, del cavallo e della vacca, non meno che la creatina e la creatinina, sono principii non essenziali perchè mancano nell'orina degli uccelli e dei serpenti; od almeno perchè non vi vennero trovati.

Tutti sanno che il sangue, recentemente estratto, dopo qualche tempo si rappiglia in una massa gelatinosa. Tale coagulamento è cagionato dalla fibrina che si separa dal siero nella forma di una gelatina o di un tessuto composto di filamenti sottili e trasparenti che impigliano i globetti colorati del sangue (il coagulo). Ove si sbatta il sangue, prima che si rapprenda, allora non si forma coagulo perchè i filamenti della fibrina non possono più aggregarsi; allora questi filamenti non si agglutinano che in parte, producendo masse molli ed elastiche, le quali possono perfettamente scolorarsi ed imbiancarsi col mezzo di lavature. Posta nell'acqua acidolata con acido cloridrico (una goccia d'acido in un'oncia d'acqua), questa fibrina si tumefà ed offre una densa gelatina senza sciogliersi.

Se non è grande la quantità d'acqua, questa è assorbita dalla fibrina in tal modo tumefattasi, come da una spugna; se aggiungasi a questa massa un poco di acido cloridrico, essa contraesi e riprende il suo volume primitivo. Pongasi questa fibrina contratta entro acqua pura, ecco che nuovamente si gonfierà, e l'addizione di nuovo acido cloridrico

la contrarrà di bel nuovo. Se, dopo di avere ripetuto sino a dieci volte queste operazioni alternative, si dissecca e si bruci la fibrina, questa lascerà ad un dipresso i 2 p. 100 di ceneri, contenenti ossido di ferro, calce ed acido fosforico.

Questi ultimi principii evidentemente non trovansi nella fibrina allo stato di mescolanza, perchè vi stanno trattenuti da altri elementi, con una forza che supera di molto la grande affinità che l'acido cloridrico ha pel fosfato di calce e per l'ossido di ferro. Conviene adunque riguardare questi principii come essenziali alla fibrina del sangue.

Non solamente il difetto d'uniformità nel significato delle espressioni, ma altresì la diversità dei metodi d'investigazione impedirono l'alleanza della chimica e della fisiologia.

Trattasi egli di elucidare una questione complicata? I chimici ed i fisici sogliono anzitutto ridurla, per mezzo dell'esperienza, a questioni più semplici: passano dal semplice al composto, dal noto all'ignoto; cominciano coll'occuparsi delle cagioni più prossime del fenomeno.

Non così procedesi in fisiologia ed in patologia; ma vi si pretende di sciogliere i problemi più complessi prima ancora di avere sciolto i più semplici; si pretende spiegare la febbre senza conoscere il fenomeno della respirazione; il calore animale senza conoscere l'azione dell'atmosfera, le funzioni della bile nella digestione senza conoscere la natura della bile medesima. Quindi nascono quelle frequenti discussioni sulle cagioni della vita, discussioni affatto inutili ed oziose, perchè noi abbiamo appena qualche nozione sulle cagioni prossime dei fenomeni vitali più semplici. Moltissimi effetti senza dubbio produconsi nell'economia dall'azione di certe cagioni fisiche e chimiche, ma troppo oltre andremmo se ammettessimo l'identità fra tutte le forze attive nell'organismo, e le forze che muovono la materia morta. I partigiani di tali identità non rammentano la prima regola di qualunque investigazione: essi dimenticansi di *dimostrare* che un effetto attribuito ad una causa appartiene veramente a questa causa stessa.

Prima di riguardare l'elettricità, il magnetismo e l'affi-

nità chimica come le cagioni dei fenomeni vitali, bisogna somministrare la prova che gli organi, sede dell'attività di certe forze, offrono fenomeni simili a quelli dei corpi inorganici mossi dalle stesse forze.

È prima di tutto indispensabile di porre in chiaro come tali forze riunite producano l'armonia nelle funzioni, cominciando dal primo sviluppo dell'essere organizzato fino al momento in cui gli elementi onde componesi ritornano alla natura minerale. Perchè, ove si ammetta l'identità delle forze minerali, ciò suppone chiaramente la cognizione di tutte le forze della natura in generale; suppone che se ne indagarono profondamente gli effetti, e che si possiede gli argomenti necessarii per conchiudere dagli effetti alle cagioni, per determinare la parte di ognuna di queste nelle funzioni della vita.

Un colpo d'occhio sugli scritti degli autori favorevoli a questa opinione basta per dimostrare tutta l'insussistenza di simili *generalizzazioni*. Quest'opinione è sovratutto comune agli osservatori, del resto abili e coscienziosi, che si occupano dell'esame dei movimenti dell'economia animale. Vedendo eseguirsi questi movimenti giusta un meccanismo regolare, i dotti, di cui parlo, sono indotti ad attribuirli alle cagioni che provocano movimenti simili al di fuori dell'organismo; ma essi non si provarono giammai di determinare coll'esperienza i rapporti che esistono fra i movimenti organici ed il calore, l'elettricità, il magnetismo, od il grado di subordinazione dei movimenti organici a queste forze. Si sa soltanto che le forze fisiche vi hanno una certa parte, ed ecco tutto.

Per altra parte non si può ammettere l'opinione dei vitalisti, i quali pretendono di spiegare i misteri della vita col mezzo di una o più forze vitali. Questi dotti sentenziano sovra un fenomeno senza esaminare preliminarmente se è semplice o complesso, non essendo guari possibile, nello stato attuale della scienza, avere prove affermative che quel dato fenomeno derivi dall'affinità chimica, dall'elettricità o dalla forza magnetica, i vitalisti pretendono che il fenomeno stesso non può attribuirsi ad alcuna delle an-

zidette forze, ma che deriva da forze speciali, inerenti agli esseri organizzati.

Nella ricerca delle cagioni dei fenomeni non si può procedere per eliminazione fuorchè nei casi in cui si ha la certezza di conoscere tutte le cause alle quali possono riferirsi gli effetti, e di dimostrare che gli effetti non si riferiscono che ad una sola di queste cause.

Noi non abbiamo che nozioni molto imperfette sull'essenza delle forze fisiche, e non possiamo affermare che l'una o l'altra forza sia senza effetto, o non eserciti la sua parte d'influenza in un fenomeno vitale. Fra le forze elettriche e l'affinità chimica si osservarono rapporti notabilissimi che siamo ben lungi dal conoscere perfettamente: lo stesso dicasi dei rapporti che esistono fra la coesione e l'affinità chimica; sui quali rapporti sussiste oscurità ancor maggiore.

Nello stato presente della scienza noi chiamiamo *affinità* la cagione alla quale viene da noi attribuita la combinazione degli atomi eterogenei; ma l'attrazione che questi stessi corpi esercitano fra di loro, varia secondo le circostanze; a fine di apprezzare giustamente gli effetti dell'affinità la quale non agisce sempre sola, conviene adunque avere riguardo alle circostanze, vale a dire, alla temperatura, allo stato di coesione, allo stato elettrico in cui trovansi i corpi.

In questi ultimi tempi si è scoperto un grande numero di fenomeni, e, fra le cause conosciute, appena appena si sa quali fra esse li producano. Per l'addietro si sarebbe prontamente attribuiti questi fenomeni a cagioni particolari ignote, ma ora non è più lecito, e ci guardiamo bene dal sentenziare con precipitazione, perchè sentiamo la debole nostra scienza rispetto alle forze; sovratutto alle forze molecolari, di coesione e di affinità.

Quando entro un piccolo bicchiere si versi una soluzione acquosa di solfato di soda (1 parte d'acqua e 2 parti di sale), saturata a caldo, e la si lasci raffreddare, il sale cristallizza, ed il liquido si rapprende in una gelatina cri-

stallina densa, simile a ghiaccio. Se lo stesso bicchiere si empia, per metà, della medesima soluzione calda, poi lo si ricopra con un vetro o p. e., con una carta da giuoco e si lasci raffreddare il liquido, allora la soluzione soprassatura. Dopo dieci ore o più, non depone più cristalli, quand'anche si tolga in seguito la carta od il vetro. Ma se immergasi nella soluzione una bacchetta di vetro, ecco bentosto, cominciando dalla superficie, formarsi lamine od aghi bellissimi di solfato di soda e tutto il liquido solidificarsi in pochi istanti.

Ecco dunque un liquido, che è contenuto in un bicchiere di vetro, ma che non cristallizza pel contatto con esso, mentre un altro frammento di vetro, che non si era raffreddato col liquido, ne determina bentosto la cristallizzazione.

Certamente questo fenomeno è assai singolare; ma quello che è ancora più mirabile, si è che ove per alcuni minuti si scaldi una delle estremità della bacchetta in una lampada a spirito di vino, e poi si lasci raffreddare, questa stessa estremità non produce più alcun effetto sulla cristallizzazione del solfato di soda: lo si può immergere nel liquido ed agitarvelo senza che vi si produca il minimo cangiamento. Ma dacchè si rovesci la bacchetta e si tocchi il liquido coll'altra estremità, non riscaldata, tutto il liquido si rapprende bentosto in una massa cristallina.

Sembra dunque a primo sguardo, che la bacchetta di vetro abbia due poli come una calamita: essa conserverebbe nell'una delle estremità una proprietà cui il calore le fa perdere all'altro capo. Lasciata all'aria libera la bacchetta riprende poco a poco questa proprietà, ma ove la si tenga in un vaso chiuso, essa rimane inattiva per dieci o quindici giorni. Anche immersa nell'acqua, e seccata quindi all'aria, non ripiglia immediatamente tale sua proprietà.

L'influenza del movimento sulla cristallizzazione può spiegarsi in modo soddisfacente; ma è tuttora oscuro questo effetto del calore sulla bacchetta per impedire la cristallizzazione.

Ecco altri fatti anche singolari. Quando si colloca un'in-

cisione sovra una scatola piatta ed aperta, in fondo della quale trovisi poca quantità di iodio, e si espone così per alcuni minuti al vapore emesso da questo corpo alla ordinaria temperatura; e si preme in seguito l'incisione sovra un foglio di carta collata con amido ed inumidita con acido solforico dilungatissimo, allora ottiensi sovra il foglio di carta una bella ed esattissima ristampa, in colore turchino celeste, dell'incisione stessa. Ponendo questa ristampa sovra una lastra di rame, le linee turchine scompaiono poco a poco sulla carta, e l'immagine compare distintamente sul rame.

Esponendo per qualche istante al vapore di iodio una incisione, un disegno ed anche un quadro ad olio, questi si riproducono sovra una lastra d'argento, ed esponendo poi quest' ultima ai vapori di mercurio, e trattandola quindi coi metodi ordinari, si ottiene un' immagine altrettanto bella, come le migliori prove Dagherriane.

In questi sperimenti, le parti oscure dell'incisione, cioè il color nero, attraggono i vapori dell'iodio e li condensano con assai più di energia che la carta bianca. L' intonaco umido toglie il iodio alle parti nere, e si produce sulla carta una combinazione di iodio turchina, una riproduzione turchina dell'incisione; la lastra di rame toglie il iodio alla combinazione turchina, e sulla lastra si fa un disegno di ioduro di rame.

La carta bianca, il color nero, l'amido ed il rame hanno evidentemente per l'iodio un'attrazione assai diversa: il condensamento dell'iodio è dovuto alla stessa cagione che determina, in generale, il condensamento dei gaz alla superficie dei corpi. Il color nero attrae l'iodio, ma non si produce una vera combinazione chimica, perchè il color nero non varia; e, fra tutte le qualità dell'iodio, altra non se ne perde o si affievolisce, fuorchè la volatilità; l'amido ne riceve ancora l'impressione come dall'iodio libero.

I fenomeni precedenti ricordano l'importante azione dei principii solidi del sangue nella respirazione.

Il sangue deve il suo colore ai globetti. Si sa che que-

sti globetti, di un rosso oscuro al loro ingresso nel polmone, acquistano in questo viscere un colore di rosso scarlatto. Il cangiamento di gradazione nel colore si effettua contemporaneamente ad un assorbimento di ossigeno.

Ora dalle osservazioni fisiologiche e dagli sperimenti fatti sul modo con cui il sangue privato di globetti si comporta coll'aria e coll'ossigeno, risulta che gran parte dell'ossigeno, ponendosi in contatto del sangue, è assorbito dai globetti; questi dunque si comportano coll'ossigeno come nei corpi colorati o rugosi coll'iodio; il gaz ossigeno si fissa sui globetti in una forma particolare, in cui esso conserva il suo carattere chimico e la sua facoltà di combinarsi, nella circolazione, con altre sostanze, per le quali esso ha dell'affinità.

L'attrazione delle parti nere di un'incisione per l'iodio (e pel cloro, e per molti altri corpi in vapore, come lo accenna il sig. Niepce) e l'attrazione dei globetti del sangue per l'ossigeno è probabilmente l'effetto di un'affinità chimica, ma sull'essenza di questa forza non abbiamo che cognizioni così imperfette, che non abbiamo nemmeno ancora un nome particolare che indichi questo genere d'attrazione.

Come si vede, abbondano i fenomeni che non si possono spiegare colle teorie in vigore. Questi fenomeni provano che siamo ancora ben lungi dal conoscere le leggi delle forze conosciute.

Colla stessa quantità di acido solforico possiamo convertire quantità indefinite di alcool in etere ed in acqua, o di fecola in zuccaro d'uva. Tali effetti sono affatto diversi da quelli che si osservano ponendo l'acido solforico in contatto coi metalli o con ossidi metallici; ma sarebbe assurdo lo attribuirli ad una causa particolare, diversa dall'affinità chimica. Col nome di azione chimica noi indichiamo per l'ordinario una manifestazione soltanto della forza chimica, un fatto che dimostra come in certi casi l'attrazione chimica sia più forte di tutte le resistenze che vi si oppon-

gono. La combinazione chimica è uno degli effetti dell'affinità chimica, ma certamente non il solo.

Quest' insufficienza delle nostre cognizioni sull'essenza e sugli effetti delle forze della natura spiega perchè non sia guari possibile per ora, procedendo per eliminazione, di risolvere la questione sul punto di sapere se esista nell' organismo una causa speciale che determini i fenomeni vitali.

Digitized by Google

LETTERA UNDECIMA

Via da seguirsi per determinare le leggi della natura. — Rapporti fra il punto di ebollizione e la pressione dell' atmosfera, fra il punto di ebollizione e la composizione dei liquidi. — Rapporti fra le capacità calorifiche ed i numeri proporzionati. — Questioni, la cui risoluzione la Fisiologia attende dall' Anatomia e dalla Chimica. — Significato delle formole chimiche.

La storia della scienza ci offre la consolante certezza che, per mezzo dell' osservazione e dell'esperienza, perverremo un giorno a svelare i misteri della vita organica, ed a porre in chiaro le cause delle funzioni vitali. I caratteri proprii dei corpi sono determinati dall'azione simultanea di molte cagioni, ed all'osservatore spetta il determinare la parte d' influenza che, a tale riguardo, appartiene ad ognuna di esse; a quest'uopo egli anzitutto deve studiarle e definire i casi in cui variano.

Nei fenomeni naturali, quando succede una mutazione in una proprietà qualsivoglia, suole ordinariamente succedere un'analoga mutazione in un'altra; la cognizione delle leggi di tali variazioni permette dunque all'osservatore di dedurre da una sola le altre proprietà senza bisogno di consultare l'esperienza diretta.

Determinare una legge della natura altro non è se non definire un rapporto di dipendenza fra le varie proprietà;

questo rapporto, una volta conosciuto, spiega il fenomeno e rischiara la natura delle forze che lo producono.

È noto, p. e., che tutti i liquidi entrano in ebollizione ad una temperatura invariabile, quando sono posti nelle stesse condizioni; questa costanza del punto di ebollizione è dunque una delle loro proprietà caratteristiche.

Una condizione affinchè le bolle di vapore si svolgano da un liquido ad una medesima temperatura, è la costanza della pressione esterna. In tutti i liquidi il punto di ebollizione varia con questa pressione secondo una legge particolare; s' innalza o si abbassa di mano in mano che la pressione cresce o diminuisce. Ad ogni temperatura di ebollizione corrisponde una pressione determinata; ad ogni pressione corrisponde un grado fisso di ebollizione.

La cognizione della legge per cui il punto di ebollizione dell'acqua dipende anche dalla pressione dell'atmosfera, condusse all' uso del termometro come un mezzo di determinare l' altezza al di sopra del livello del mare; si è dunque osservando le variazioni di un carattere che se ne misura un altro.

Ecco rapporti simili, forse meno conosciuti, fra il punto di ebollizione dei liquidi e la loro composizione. Lo spirito di legno, lo spirito di vino, l' olio di pomi di terra, sono tre liquidi, il cui punto di ebollizione è assai differente: lo spirito del legno bolle a 50 gr.; lo spirito di vino a 78 gr.; l' olio di pomi di terra a 135 gradi. Se fra di loro si confrontino questi tre punti di ebollizione, si osserva che lo spirito di vino bolle a 19 gradi (59°+19°=78°), l' olio di pomi di terra a quattro volte 19 gradi (59°+4°+19°=135) sopra il punto di ebollizione dello spirito di legno.

Ciascuno di questi tre liquidi, posti nelle medesime condizioni, offre, per mezzo della distillazione, un acido particolare; lo spirito di legno si converte in acido formico, lo spirito di vino in acido acetico, l' olio di pomi di terra in acido valerianico. A loro volta, questi tre acidi hanno ciascuno un punto costante di ebollizione: l' acido formico bolle a 99 gr., l'acido acetico a 118 g., l'acido valerianico a 175 gradi. Confrontando fra di loro questi tre gradi, si

osserva immediatamente che essi offrono gli stessi rapporti dei punti di ebollizione dei liquidi da cui derivano.

Infatti, l' acido acetico bolle a 19 gradi, l'acido valerianico a quattro nove 19 gradi al di sopra del punto di ebollizione dell' acido formico.

Dall' esempio precedente si scorge che, rispetto ad un carattere, ogni mutamento nella composizione corrisponde da una variazione simile in un altro carattere, rispetto al punto di ebollizione.

Ecco infatti i rapporti che si osservano fra la composizione dei tre acidi e la composizione dei tre liquidi donde nascono per l' ossidazione.

La composizione per lo spirito di legno si esprime per $C^2H^4O^2$; quella dell' alcool per $C^4H^6O^2$; quella dell'olio di pomi di terra per $C^{10}H^{12}O^2$.

Ora, ove si rappresenti con un R un peso di carbonio e d' idrogeno, corrispondente a CH (ad equivalenti eguali) si osserva che la formola dell' alcool può esprimersi colla formola dello spirito di legno più 2R:

$$C^2H^4O^2 + C^2H^2 \text{ spirito di legno.}$$
$$C^4H^6H^2 \text{ alcool.}$$

Riguardo alle formole degli acidi, quella dell'acido formico è $C^2H^2O^4$; quella dell' acido acetico $C^4H^4O^4$; quella dell' acido valerianico, $C^{10}H^{10}O^4$. Facilmente si vede che la formola dell' acido acetico equivale a quella dell'acido formico più 2R; che la formola dell'acido valerianico equivale a quella dell' acido formico più 4 volte 2, ossia 8R.

Questi fatti conducono a questa conclusione, che ad una fissazione o ad un eccesso di 2R (di 2 equiv. di carbonio e di due equiv. d'idrogeno) corrisponde un aumento di 19 gradi nella temperatura di ebollizione.

Il formiato di metilo, p. e., bolle a 36 gradi; il formiato di etilo bolle a 55 gradi (60). La differenza fra i due punti è di 19 gradi. Essa indica che il primo corpo deve differire dal secondo per C^2H^2, o R. Infatti ciò è confermato dall'esperienza: la formola del formiato di metilo è $C^4H^4O^4$;

quella del formiato di etilo è $C^6H^6O^4$; differenza in più sulla prima formola C^2H^2.

Ecco ancora altri esempii. L'acido butirrico bolle a 156 gradi; questo punto di ebollizione è esattamente di tre volte 19 gradi sopra il punto di ebollizione dell'acido formico.

Ora, paragonando le formole dell'acido formico e dell'acido butirrico, si trova che l'acido butirrico può riguardarsi come acido formico più 3 volte 2R, ossia più 6R.

La toluidina e l'anilina sono due alcali organici di tale composizione che la prima differisce dalla seconda per un eccesso di C^2H^2, ossia 2R. Quindi è che il punto di ebollizione della toluidina è superiore di 19 gradi al punto di ebollizione dell'anilina.

Non si può disconoscere in tali rapporti l'esistenza di una legge naturale. È fuori di dubbio che le proprietà di un corpo stanno in un rapporto definito colla sua composizione, e che un cangiamento in queste proprietà ha sempre per conseguenza un cangiamento proporzionale nella composizione stessa. D'altronde, importa di osservare che la cognizione di questo rapporto, della legge, è affatto indipendente dalla cagione del fenomeno, o delle condizioni, il cui complesso determina la costanza del punto di ebollizione. Non sappiamo che cosa sia in sè il punto di ebollizione più di quanto sappiamo riguardo alla causa della vita.

Per gli esempii precedenti abbiamo posto in luce alcune relazioni che si osservarono fra la composizione dei corpi ed una delle loro proprietà. Non sono le sole: tante relazioni esistono quante sono le particolari proprietà dei corpi.

Così, per un grande numero di combinazioni organiche si è scoperta una legge, per cui, col mezzo del punto di ebollizione e della composizione, si può determinare quanti chilogrammi pesa il metro cubo di un corpo. Ecco adunque un carattere, il peso specifico o la pressione esercitata sovra un sostegno dai corpi di ugual volume, un carattere, dico, che si trova in un determinato rapporto con due altri, e che varia di mano in mano che questi variano.

Rapporti simili si osservarono fra le proporzioni, secondo le quali i corpi si combinano e la quantità di calore che essi richiedono per salire alla medesima temperatura.

Tutti sanno che corpi diversi alla temperatura medesima contengono quantità diverse di calore. Gli stessi pesi di zolfo, di ferro, di piombo, già scaldati alla temperatura dell' acqua bollente, fanno fondere nel raffreddarsi quantità di ghiaccio assai diverse.

Se la quantità di calore contenuta nei tre corpi fosse uguale, la quantità di ghiaccio fusa da essi sarebbe uguale. La differenza degli effetti indica evidentemente una differenza nella cagione. Lo zolfo fa fondere 6 1|2 volte, il ferro 4 volte altrettanta quantità di ghiaccio che il piombo. Facilmente si comprende che per far salire alla stessa temperatura, p. e. da 15 a 200 gradi, lo zolfo, il ferro, il piombo, scaldandoli colla medesima lampada ad alcool, converrebbe bruciare, pel piombo 1 litro di alcool, quando uguale quantità di zolfo ne richiederebbe 6 1|2 litri, e la stessa quantità di ferro circa 4 litri.

Queste diverse quantità di calore richieste dagli stessi pesi di corpi diversi, per salire ad una medesima temperatura, costituiscono il loro *calore specifico*. Ogni corpo ha un calore specifico proprio. Conoscendo le diverse quantità di calore contenute nello stesso peso di corpi diversi ad una stessa temperatura, per una semplice regola del tre, si trovano i pesi diversi di zolfo, di piombo, di ferro, che contengono uguale quantità di calore: questo calcolo indica p. e. che 16 zolfo fanno fondere altrettanto di ghiaccio quanto 28 ferro e 104 piombo alla stessa temperatura. Ora, questi numeri sono appunto gli stessi che i numeri proporzionali, ossia gli equivalenti chimici.

Quindi si vede che gli equivalenti dei sopramentovati corpi (e lo stesso dicasi di molti altri) contengono la medesima quantità di calore od assorbono la medesima quantità di calore per salire alla medesima temperatura. Se gli equivalenti esprimono i pesi relativi degli atomi, è manifesto che la quantità di calore che è fissata od abbandonata da

Digitized by Google

un atomo deve essere la stessa per ogni atomo, ad uguali circostanze, e trovarsi in ragione inversa del peso di quest'atomo.

È certamente singolare che la quantità di ghiaccio fusa da un corpo abbia potuto, in certi casi, servire a determinare od a rettificare le proporzioni, giusta le quali questo corpo si combina con altri. Ma ecco ciò che sembrerà ancora più sorprendente. La proprietà che posseggono i corpi gazosi di assorbire o di abbandonare il calore, sta in un determinato rapporto col suono prodotto dall'insufflazione del gaz in un fischietto od in un flauto; questo è sì vero, che l'illustre Dulong potè, per la diversità del suono, determinare le quantità relative di calore che due volumi uguali di gaz, contraendosi, svolgevano od assorbivano nel dilatarsi.

Per rendersi ragione di questi curiosi rapporti, bisogna ricordarsi una delle più belle idee di Laplace riguardo alle attinenze fra il calore specifico dei gaz e la loro facoltà di propagare il suono. È noto che Newton, e molti matematici dopo di esso, invano cercarono, in ordine al suono, una formola conforme all'esperienza. Il calcolo si avvicinava assai al risultamento sperimentale, ma suscitava tuttavia una differenza inesplicabile. Ora, siccome il suono si propaga per l'effetto della vibrazione delle molecole elastiche dell'aria, e perciò per l'effetto di una contrazione seguita da dilatazione; siccome, per altra parte, l'aria contraendosi svolge calore, e ne assorbe dilatandosi nuovamente, quindi Laplace suppose che questi effetti calorifici avessero un'influenza sulla propagazione del suono; egli introdusse nel calcolo il calore specifico dell'aria, e d'allora in poi la formola matematica si trovò esente da errore e divenne l'espressione esatta della velocità osservata.

Quando si calcola la velocità del suono secondo la formola di Newton e si confronta il risultamento con quello della formola di Laplace, si trova una differenza nella lunghezza dello spazio percorso, in un minuto secondo, da un'onda sonora. Tale differenza deriva dal calore specifico,

dalla quantità di calore che nella propagazione del suono è sviluppato dalle molecole di aria poste in moto.

È chiaro che per gli altri gaz che, a volume uguale, contengono più o meno di calore che l'aria, o sviluppano per la compressione più o meno di calore che l'aria, questa differenza di velocità del suono deve anche essere più grande o più piccola per l'aria. Quindi si comprende perchè i numeri, i quali esprimono queste velocità disuguali del suono nei varii gaz, rappresentano in pari tempo la misura dei loro calori specifici.

Ora, siccome l'acutezza o la gravità del suono dipendono dal numero delle vibrazioni che fa un'onda sonora in un minuto secondo, cioè dalla velocità con cui il moto vibratorio si propaga; siccome, per altra parte, la velocità di un'onda sonora è per tutti i gaz in ragione diretta del numero delle vibrazioni dei suoni prodotti; così spiegasi perfettamente come, per mezzo dell'altezza del suono prodotto da diversi gaz in un tubo, si possano deteminare i calori specifici di questi gaz, vale a dire le differenze fra le quantità di calore che essi contengono.

L'armonia musicale, ogni suono che colma d'allegrezza il cuore e lo riempie d'entusiasmo, è l'indizio di un numero determinato di vibrazioni eseguite dalle particelle del mezzo che propaga il suono. A questa bella scoperta l'acustica deve il grado eminente che ora occupa; essa attinse molte verità nella teoria delle vibrazioni, e coll'aiuto dell'esperienza essa a volta sua arricchì le nostre cognizioni intorno alle proprietà dei corpi vibranti in generale.

La tradizione racconta che un Viennese, celebre fabbricatore di strumenti musicali, andava egli stesso nel bosco in cerca di legno pe'suoi violini, e preferiva gli alberi che ad un suo colpo di martello davano un suono che a lui solo era noto. Senza dubbio è una favola; il fabbricatore di strumenti sapeva certamente che il corpo di un buono violino deve fare un dato numero di vibrazioni per ogni minuto secondo, dare cioè un dato suono, e conformemente a quest'idea egli tagliava lo spessore del suo legno.

Tutte le prioprietà dei corpi sono connesse; le proprietà vitali, come le altre, sono subordinate a questa legge di dipendenza.

La corrente elettrica, che attraversa un filo di metallo, è intimamente collegata colle proprietà magnetiche che questo filo ne riceve; le oscillazioni dell'ago magnetico misurano le più tenui varietà di calore raggiante, e permettono di esprimere con numeri la quantità di elettrico posto in moto; tale quantità viene stimata in centimetri cubi di gaz idrogeno od in grammi di metallo. Quando si pensa a tutti questi rapporti, quando si vede questa stretta connessione fra le cause e le forze, in virtù delle quali i corpi producono un dato effetto sopra i nostri sensi, non si potrebbe dubitare che le proprietà fisiche e chimiche degli elementi, la loro forma ed il loro modo d'associazione abbiano anche una parte assai definita nei fenomeni vitali.

Senza dubbio, per apprezzare la loro azione, non basta di conoscere le formole chimiche; bisogna ancora investigare profondamente le leggi che collegano la composizione e la forma degli alimenti e delle secrezioni alle funzioni di nutrizione; che connettono la composizione dei medicamenti cogli effetti esercitati da essi sull'organismo.

I progressi dell'anatomia, da Aristotele fino ai nostri giorni, hanno soli reso possibile lo sviluppo della fisiologia vegetale ed animale; questo è incontestabile.

Infatti conveniva conoscere anzitutto l'apparecchio prima di studiarne le funzioni. Quegli che in una distillazione non avesse veduto che la miscella, il fuoco e la chiavetta di cui sgocciola il liquido, certamente non intenderebbe il congegno di quest'operazione. Lo stesso dicasi quanto alle assai più complicate funzioni dell'organismo; prima di potersene rendere ragione, bisogna conoscere esattamente la stuttura delle varie parti che le eseguiscono.

È vero però che i progressi dell'anatomia, da Aristotele fino a Leenwenhœck, non poterono, se non parzialmente, rischiarare i fenomeni della vita.

Si ha bel sapere come sia costituito un apparecchio di

distillazione, non si comprende per questo in che consistano le sue funzioni: ma quanto si conoscano le proprietà del fuoco, le leggi della propagazione del calore, le leggi dell'evaporazione, la composizione del mosto e del prodotto della distillazione, allora se ne sa molto più di quello che conosce la macchina in tutte le sue parti, e del calderaio stesso che l'ha costruita. Lo stesso dicasi di moltissimi fenomeni organici. Non si potrebbe negare che l'anatomia abbia acquistato una mirabile esattezza; le sue descrizioni sono accuratissime, e comprendono le più minute particolarità, fino alle ultime e più sottili cellule. Ma, giunta a questo termine, non può andare oltre ed allora sono necessarie investigazioni di altr'ordine.

Quando si tratta di sciogliere una questione di fisiologia non bastano semplici questioni anatomiche sulla struttura dell'organo od apparecchio; bisogna inoltre conoscere la materia onde si compone, le proprietà che, oltre alle vitali, questa materia manifesta, l'origine di essa e le trasformazioni che subisce per acquistare le proprietà vitali; finalmente bisogna studiare i rapporti che, indipendentemente dalla loro forma, offrono fra di loro le varie parti costituenti dell'organismo; si le parti solide che le parti liquide.

Molti fisiologi riguardano come utili alla chimica soltanto i risultamenti ottenuti da questa scienza nelle accennate importanti questioni, quando invece non vi occupano che una parte secondaria rispetto alle analisi dei minerali e delle acque minerali.

In generale si ha una falsa idea dell'ufficio della chimica nella spiegazione dei fenomeni vitali; gli uni abbastanza non apprezzano il suo concorso; gli altri ne attendono troppo e soverchiamente ingrandiscono la sua influenza. Quando un certo rapporto è stabilito tra due fatti, non alla chimica spetta il dimostrarne questa relazione: la chimica cerca solamente di esprimerla per mezzo delle quantità dei numeri. I numeri soli non indicano rapporti tra due fatti quando questi ultimi non vennero dapprima verificati.

L'essenza di mandorle amare e l'acido benzoico sono due composti organici affatto diversi per le loro proprietà e per le parti vegetali che li contengono.

Alcuni anni or sono, non si conosceva ancora alcun'attinenza fra di loro: ma bentosto si trovò che l'essenza di mandorle amare si solidifica e si cristallizza poco a poco all'aria, e che questo prodotto è identico coll'acido benzoico. Tale scoperta indicava una relazione fra i due corpi. Quindi l'esperienza provò che, in questa trasformazione, l'essenza di mandorle assorbe l'ossigeno dell' aria; l'analisi può allora formolare la metamorfosi col mezzo di numeri, ed offrire quella spiegazione di cui il fenomeno era capace.

Lo studio delle trasformazioni che prova l'olio di pomi di terra sotto l'influenza dell'ossigeno conduce nello stesso modo alla scoperta di un determinato rapporto fra questo olio e l'acido valerianico: espresso in numeri, tale rapporto si trovò essere quello stesso che esiste fra lo spirito di vino e l'acido acetico.

L'orina dell'uomo contiene dell'urea, spesso dell'acido urico; l'orina di alcune classi animali è priva di acido urico; in altri casi manca l'urea. Di mano in mano che cresce l'acido urico nell'orina, vi diminuisce l'urea. L'orina del feto della vacca contiene dell'allantoina; nell'orina dell'uomo v'ha quasi sempre acido ossalico. Ogni cangiamento che succede in un atto dell'organismo, si accompagna con una corrispondente mutazione nella natura, nei caratteri e nelle proporzioni delle combinazioni separate dai reni.

Spetta al chimico di esprimere quantitativamente i rapporti che queste combinazioni presentano fra di loro e coi varii atti dell'economia. Egli comincia adunque dal fare la analisi dell'urea, dell'acido urico, dell'allantoina, dell'acido ossalico, i risultamenti analitici non gli indicano ancora i rapporti che questi corpi hanno fra di loro nell'organismo, ma ciò si ottiene dallo studio delle loro reazioni sotto la influenza dell'ossigeno e dell'acqua, cioè, degli agenti che nell'organismo concorrono alla loro formazione ed alle loro trasformazioni.

Così, fissando l'ossigeno, l'acido urico si decompone in

tre prodotti, allantoina, urea ed acido ossalico; l'intervento di una quantità di ossigeno ancora maggiore trasforma l'acido urico in urea ed in acido carbonico; l'allantoina può rappresentarsi come fosse un urato di urea. Poscia, confrontando coi fenomeni dell'economia le condizioni chimiche (nel caso citato, l'affluenza dell'ossigeno) necessarie per la trasformazione dell'acido urico in urea, il chimico riconosce se tali condizioni sieno le stesse, oppure diverse; e lo studio delle differenze somministra allora nuove indicazioni e conduce definitivamente alla spiegazione dei fenomeni.

L'urea e l'acido urico sono i prodotti delle trasformazioni cui soggiacciono i principii azotati del sangue sotto la influenza dell'acqua e dell'ossigeno. La chimica esprime col mezzo di formole i rapporti quantitativi, che esistono fra questi principii, fra l'acido urico, l'urea e l'ossigeno dell'aria, e gli elementi dell'acqua; e pel mezzo di simili formole spiega finalmente la formazione di questi prodotti.

Non fa d'uopo di essere uno scienziato per capire che le differenze fra le proprietà di due corpi sono dovute a differenze nel modo di associazione, od a differenze quantitative nella composizione dei loro elementi.

Le formole chimiche esprimono in pari tempo tali differenze di associamento e di composizione.

La chimica moderna, anche col mezzo dell'analisi più esatta, non potrebbe offrire con certezza la composizione di un corpo organico, senza conoscere i rapporti quantitativi che esso presenta con un altro corpo, la cui formola sia già perfettamente stabilita. Solo coll'aiuto di simili rapporti la chimica ha potuto, p. es., determinare la formola dell'essenza di mandorle amare e quella dell'olio dei pomi di terra. Quando non le riesce di trovare queste attinenze per mezzo dell'osservazione diretta, è costretta ad istituire sperimenti, che gliele insegnino. In quest'ultimo caso, il chimico procura di scindere in due od in più prodotti il corpo, di cui si vuole stabilire la formola; egli esamina i prodotti dell'azione dell'ossigeno, del cloro, degli acidi, degli alcali, sovra quel corpo; e d'esperimento in

esperimento, ottiene finalmente uno o più prodotti di una composizione perfettamente conosciuta. Allora egli connette la formola di questi prodotti colla formola cercata; trova la somma totale col mezzo delle sue parti. Così, p. es. per l'analisi non si può determinare il *numero* degli equivalenti di carbonio, d'idrogeno e d'ossigeno contenuti in una molecola di zuccaro. Così anche qualunque sia la destrezza di un chimico, essa non potrebbe assicurare l'esattezza della sua analisi della salicina, o dell'amigdalina. Ma lo zuccaro si combina coll'ossido di piombo: lo zuccaro si disdoppia colla fermentazione, in alcool ed in acido carbonico, due corpi, le cui formole sono perfettamente conosciute; l'amigdalina si decompone in acido prussico, essenza di mandorle amare e zuccaro; la salicina si trasforma in zuccaro e saligenina, conoscendo il peso di un corpo ignoto, il peso dei prodotti noti che ne risultano, e la loro formola, se ne deducono evidentemente il numero ed i rapporti degli elementi contenuti nel corpo sconosciuto, ed in questa maniera si trova la formola che serve poscia a verificare od a correggere i risultamenti dell'analisi.

Quindi è facile di comprender il vero significato delle formole chimiche. Una formola esatta esprime i rapporti quantitativi di un corpo con uno o più altri corpi. La formola dello zuccaro indica la somma degli alimenti che esso contiene, e che possono combinarsi con un equivalente di ossido di piombo, ossia anche la quantità di acido carbonico e d'alcool, nella quale può risolversi per la fermentazione. Si capisce adunque perchè il chimico sia non di rado costretto a scindere in un gran numero di prodotti il corpo di cui cerca la composizione; perchè studii le combinazioni di questo corpo.

Tutte queste ricchezze gli giovano per verificare le sue analisi: nessuna formola merita confidenza se il corpo, di cui essa deve esprimere la composizione, non fu sottoposto a tali operazioni.

Alcuni fisiologi moderni, nell'uso delle formole chimiche, si sono lasciati andare a fantasie prive di senso comune, per avere dimenticato che prima di poter esprimere due

fenomeni coi numeri, bisogna conoscere i rapporti di questi fenomeni fra di loro. Invece di formolare con numeri i rapporti reali prima riconosciuti, essi ne immaginarono altri che non esistono, o che almeno mai non furono osservati. Si è così disconosciuto il significato ed il fine dei numeri.

Digitized by Google

LETTERA DUODECIMA

Respirazione. — Circolazione del sangue. — Contatto dell'ossigeno col sangue nei polmoni. — Cangiamento di colore del sangue. — Composizione dell'aria inspirata e dell'aria espirata. — Reazioni chimiche provate dal sangue nella respirazione. — Influenza che hanno sulla respirazione le proporzioni di ossigeno e di acido carbonico contenuti nell'aria. — Asfissia nell'aria alterata dalla respirazione; mezzo di prevenirla. — Diminuzione del volume dell' aria nella respirazione. — Quantità di calore svolta dalla respirazione. — Rapporti fra le funzioni del polmone, dei reni e del fegato.

Le alterazioni che prova l'aria atmosferica per opera della respirazione, vennero studiate accuratamente in questi ultimi tempi. Importa all'igiene di conoscere gli insegnamenti avuti a questo proposito.

I polmoni, sede della respirazione, sono cavità formate dall'unione di piccoli tubi che vanno sempre più assottigliandosi, le cui ultime ramificazioni, terminate in fondo cieco nelle così dette cellule polmonari, comunicano, per mezzo della trachea, colla cavità posteriore della bocca e colle fosse nasali, epperciò coll'aria esterna. Le parti delle cellule polmonari sono attraversate da una rete fitta di vasi capillari, talmente che l'aria contenuta nelle cellule non è separata dal sangue se non da una membrana estrema-

Digitized by Google

mente sottile, e l'aria ed il sangue sono posti in immediato contatto dal liquido di cui il sangue inzuppa le pareti dei vasi. I vasi capillari si riuniscono a poco a poco in ramicelli, in rami più grossi, i quali a volta loro si riuniscono per formare un dato numero di grossi tronchi che finalmente terminano nel cuore.

Il cuore è separato da un sedimento in due metà, ciascuna delle quali forma due cavità sovrapposte l'una all'altra, un ventricolo ed un'orecchietta che comunicano insieme per mezzo di un'ampia apertura munita di valvola.

Le contrazioni del cuore sono la prima causa del moto del sangue. La contrazione del ventricolo destro spinge il sangue che vi affluisce dall'orecchietta destra, nel polmone per mezzo dell'arteria polmonare; dal polmone il sangue passa pei tronchi delle vene polmonari nell'orecchietta e nel ventricolo sinistri del cuore, d'onde per effetto della contrazione di queste ultime cavità, è spinto in un solo grosso tronco, l'aorta, la quale lo diffonde nelle ramificazioni delle arterie di tutto il corpo. Il sangue poi, passando per le vene, ritorna allo stato venoso nell'orecchietta e nel ventricolo destri, per fare di bel nuovo questo movimento circolatorio finchè dura la vita.

Dalle contrazioni delle cavità del cuore nascono i battiti di questo viscere, ed il polso nei vasi arteriosi. Nell'uomo adulto ogni battito spinge dal cuore pei vasi sanguigni del polmone una quantità di sangue estimata dai fisiologi (secondo la capacità del ventricolo destro) a 150, od anche a 180 grammi (Volkmann); il sangue che attraversa il polmone (ove si calcolino per quantità media 72 pulsazioni) ammonta per ogni minuto alla quantità enorme di 11 chilog. a 13, 5.

Nello stesso tempo che il sangue circola con sì grande velocità pei vasi sanguigni, l'aria si rinnovella incessantemente nelle cellule del polmone, per l'effetto dei movimenti respiratorii.

Allo stato di salute e di calma contansi da 15 a 16 inspirazioni: durante un moto moderato 20 inspirazioni. Un moto più rapido accresce l'intensità, la profondità e la ve-

locità delle ispirazioni. La quantità dell'aria esalata varia secondo la statura degli individui e la capacità del loro torace: tuttavia si può ammettere che la media dell'aria esalata da un uomo adulto è un mezzo litro; se le inspirazioni sono forti e profonde, tale quantità può raddoppiarsi.

Nei movimenti ordinari di espirazione le cellule polmonari dell' uomo ritengono sei o sette volte tanto d'aria, quanta ne ricambia per mezzo di ogni ispirazione. L'aria introdotta si mesce coll'aria delle cellule polmonari, e ad ogni movimento di espirazione una parte di quest' ultima è espulsa e surrogata da nuova aria.

Gli innumerevoli vasi capillari contenuti nei polmoni fanno sì che una enorme superficie di sangue venoso, per le pareti delle cellule, viene in contatto coll'aria inspirata: il sangue prova così una modificazione profonda: anzi tutto il sangue venoso, da un rosso quasi nero si converte in sangue arterioso, di color rosso-vermiglio, ed acquista nuove proprietà alle quali è strettamente collegata la conservazione delle funzioni vitali.

Mentre il sangue cangia di colore, nello stesso tempo l'aria subisce un cangiamento essenziale di composizione che ora ci facciamo ad esaminare.

Le parti essenziali dell'aria atmosferica sono l'ossigeno, l'azoto, una piccola quantità d'acido carbonico e di ammoniaca, oltre ad indizii leggerissimi di gaz combustibili; l'aria contiene sempre dell'umidità in proporzioni variabili.

I mezzi impiegati dai chimici per l'analisi dell'aria, sono semplicissimi. La potassa caustica, assorbendo più di 100 volte il suo volume di acido carbonico, dà modo di determinare quanto, p. e., un metro cubo d'aria contenga di acido carbonico; a tale effetto si empie un tubo di liscivia di potassa, e vi si fa lentamente passare un volume d'aria previamente disseccata. L' ossigeno dell' aria si comporta in modo simile col rame scaldato a color rosso: quando si spinge un metro cubo d'aria secca e priva di acido carbonico attraverso ad un tubo incandescente, pieno di lima-

tura di rame, tutto l'ossigeno si fissa sul metallo, e l'aumento di peso del tubo indica, dopo l'operazione, la quantità di ossigeno contenuta nell'aria che venne impiegata.

Con simili operazioni si trovò che l'aria asciutta, priva di acido carbonico, contiene in peso su 1000 parti 231 p. di ossigeno; il rimanente è azoto. Siccome, a volume uguale, il gaz ossigeno è alquanto più pesante dell'azoto, così questi numeri, per 100 volumi d'aria, danno 21 volumi d'ossigeno (o più esattamente 20, 9 secondo Dumas, Brunner, Bunsen, Regnault). Quanto all'acido carbonico, 2000 volumi d'aria contengono, termine medio, un poco più di un volume di questo gaz, ossia 1000 volumi d'aria ne contengono 3|4 di volume.

L'aria esalata nella respirazione offre una composizione molto diversa da quella dell'aria atmosferica.

Quando s'introduca una liscivia concentrata di potassa (circa 1|40 di volume dell'aria) in un tubo di vetro, chiuso in una delle estremità, diviso in parti uguali e ripieno di aria esalata asciutta, si vede immediatamente diminuire il volume dell'aria, essendo tutto l'acido carbonico assorbito dalla potassa. Se poscia, in questa medesima liscivia s'introduca una soluzione concentrata di acido piro-gallico (la metà circa del volume della liscivia), la mescolanza assorbe l'ossigeno dell'aria così rapidamente come lo farebbe il rame metallico a color rosso; si opera anche una nuova diminuzione di volume, che corrisponde esattamente alla produzione dell'ossigeno contenuto nell'aria. Il gaz che rimane è l'azoto.

Si trova pure che 100 volumi d'aria esalata contengono (essendo allo stato normale la respirazione) da 3 1|2 a 5 volumi di acido carbonico, e da 16 1|2 a 15 volumi di ossigeno.

Sul principio dell'esperienza l'aria espirata contiene minor quantità d'acido carbonico; quando le inspirazioni sono profondissime se ne trova di più; talvolta anche fino a 8 1|2 e 9 p. 100.

Quindi è che la proporzione dell'ossigeno diminuisce

nell'aria da un quarto ad un quinto, pel suo contatto col sangue dei polmoni, mentrechè la proporzione dell'acido carbonico vi diviene più di 100 volte maggiore.

La trasformazione del sangue venoso in sangue arterioso ed il cangiamento di colore che lo accompagna si appoggiano adunque sull' eliminazione di una data quantità di acido carbonico, la quale è esalata, e sull' assorbimento di una data quantità di ossigeno, che si combina coi principii del sangue. Una parte dell' ossigeno dell' aria si fissa per consegnenza sul sangue, ed in sua vece l'aria riceve ordinariamente un volume alquanto minore di acido carbonico.

Secondo gli sperimenti di Prout, la proporzione dell' acido carbonico esalato cresce nello stato di calma perfetta o di moto moderato, non meno che per effetto di una piccola pressione atmosferica; diminuisce al contrario quando la respirazione è attivata e rapida; tuttavia la somma totale dell' acido carbonico, in quest' ultimo caso, è maggiore. Le esperienze fatte a questo riguardo indicano che a 6 inspirazioni per minuto, l'aria esalata contiene 5, 07 d'acido carbonico; a 12 inspirazioni, 4, 01; a 24 inspirazioni, 3, 03; a 48 inspirazioni, 2, 09.

A 6 inspirazioni per minuto, la quantità d' acido carbonico esalato ammonta a 171; a 12 inspirazioni a 396; ed a 48 inspirazioni a 696 centimetri cubi (Vierordt).

Questi numeri indicano l' influenza delle inspirazioni forti e frequenti sull' atto stesso della respirazione: esse hanno evidentemente per effetto di aumentare potentemente l'eliminazione dell'acido carbonico; vale a dire la *scarbonizzazione* del sangue.

Si ha tutta la ragione per credere che la quantità di ossigeno, la quale passa nel sangue, è in rapporto diretto coll'aumento o colla diminuzione della quantità di acido carbonico esalato; che perciò il sangue, quanto più di ossigeno rigetta all' aria, tanto più di acido carbonico riceve nello stesso tempo.

Il sangue rimestato con aria perde di ossigeno più del decimo del suo volume, ed il gaz così assorbito si

svolge nuovamente quasi tutto; quando si agita con aria il sangue saturato di gaz acido carbonico, questo gaz si svolge, ed in vece sua si assorbe ossigeno, il quale a volta sua può nello stesso modo essere surrogato dall' acido carbonico.

Esistono due opinioni contrarie riguardo alla forma nella quale l' ossigeno inspirato è contenuto nel sangue. Gli uni pensano che l' eliminazione del gaz ossigeno operata da un eccesso di gaz acido carbonico sia una prova evidente che quest' ossigeno non è chimicamente combinato col sangue, ma che è semplicemente *assorbito*.

Il significato che si collega a quest' espressione non mi sembra esatto. Infatti mentre 100 volumi d'acqua agitati e compiutamente saturati d' aria non assorbono che 9 1|4 volumi d' ossigeno, e 18 1|2 volumi d'azoto (Gay-Lussac), 1000 volumi di sangue, secondo le eccellenti esperienze del sig. Magnus, fissano da 100 a 130 volumi d' ossigeno, e solo da 17 a 33 volumi d'azoto. Questi risultamenti indicano evidentemente che l'ossigeno fissato dal sangue, come liquido, non può contenervisi che in parte allo stato di assorbimento, poichè l' acqua (il liquido del sangue) assorbe essa medesima, a proporzioni uguali, da 11 a 14 volte meno di gaz ossigeno, che il sangue stesso. La maggior facoltà di assorbimento del sangue è dovuta necessáriamente a certe parti costituenti, che hanno maggior affinità dell'acqua per l'ossigeno. Senza dubbio, l'intensità di attrazione che ritiene l'ossigeno nel sangue è debolissima, ma non ne segue che quest' ossigeno non vi si trovi in combinazione chimica. Si può accrescere la facoltà di assorbimento dell'acqua per molti gaz, aggiungendovi sostanze che hanno pei gaz una chimica affinità, quantunque debolissima. Così quando all' acqua si aggiunga del fosfato di soda, si accresce la facoltà di assorbire l' acido carbonico; la presenza di una centesima parte di questo sale dà al liquido la proprietà di assorbire due volte più di acido carbonico di quanto ne assorbirebbe l'acqua pura sotto la pressione ordinaria. Una soluzione acquosa di solfato di ferro assorbe fino a 40 volte più di biossido d' azoto che l' acqua pura: i gaz assorbiti si svolgono dai due liquidi nel vuoto; si possono

anzi cacciarneli mescendo con aria il primo liquido, ed il secondo con gaz carbonico.

Niuno v' ha che riguardi questi fenomeni, tanto rassomiglianti a quelli che offre il sangue, come una prova che l'acido carbonico, nella soluzione del fosfato di soda, oppure il biossido di azoto, nella soluzione del solfato di ferro, vi siano semplicemente assorbiti, e non combinati chimicamente: infatti si sa che in questi casi la facoltà sciogliente dell' acqua pei gaz dipende dalla quantità dei sali che essa contiene in soluzione; e poichè la quantità del gaz, che si assorbe, fino ad un certo grado cresce colla proporzione del sale disciolto, se ne conchiude necessariamente, che l' assorbimento del gaz dipende dal sale, e non dall' acqua.

L' assorbimento di un gaz per parte di un liquido si deve a due cagioni: una, esterna, consiste nella pressione esercitata sui gaz in contatto col liquido; l' altra, chimica, è l' attrazione manifestata dalle parti costituenti del liquido.

In tutti i casi in cui un gaz è contenuto in un liquido solo per assorbimento, e non in chimica combinazione, la quantità del gaz assorbito assolutamente non dipende che dalla pressione esterna; essa cresce o diminuisce al crescere od al diminuirsi di questa pressione. Quando si mesce la soluzione di fosfato di soda col gaz acido carbonico, e si satura così alla pressione ordinaria, la soluzione assorbe due volte più di acido carbonico che l' acqua in circostanze uguali; operando in seguito, sotto una pressione doppia, si vede che la facoltà assorbente della soluzione non cresce nella medesima proporzione, ma in proporzione minore. Infatti, la soluzione salina saturata si comporta coll' acido carbonico, sotto questa doppia pressione, come lo farebbe l' acqua saturata di gaz acido carbonico sotto la pressione semplice; la facoltà di assorbire l'acido carbonico non cresce dunque maggiormente per la soluzione di fosfato di soda che per l' acqua pura, perchè l'attrazione chimica, che esalta sulle prime la facoltà assorbente nell'acqua, non continua ad agire. Lo stesso dicasi del solfato di ferro, saturato di biossido d'azoto sotto una forte pressione; se, sotto

la pressione ordinaria, una tale soluzione si satura p. es. di 100 volumi di biossido d'azoto, essa non assorbirà 100 volumi di più sotto una pressione doppia, ma soltanto 10 volumi; vale a dire che non assorbirà più di quanto l'acqua ne avrebbe assorbito in circostanze uguali.

Il sangue si comporta assolutamente come questi liquidi. Se l'ossigeno vi fosse solamente assorbito, il sangue, sciogliendo l'ossigeno dell'aria, che non ne contiene se non 1|5, dovrebbe, sotto la semplice pressione, assorbire 12 p. 100 di ossigeno, e sotto una pressione doppia, due volte tanto; mescolato colll'ossigeno puro, il sangue dovrebbe scioglierne circa il quintuplo.

Finchè non si sarà dimostrato che la facoltà assorbente del sangue per l'ossigeno varia secondo la pressione, converrà ammettere che tale facoltà è dovuta ad un'attrazione chimica, da cui nasce nel sangue una combinazione chimica. Se, per altra parte, si ricordano i risultamenti dell'esperienze dei signori Regnault e Reiset, per cui si fecero respirare animali in un'atmosfera molto carica d'ossigeno, oltre a quest'altro fatto, che la respirazione è la medesima sulle regioni elevate dell'America centrale come sulle sponde del mare, siamo indotti a credere che il sangue assorbe una quantità costante di ossigeno, e fino ad un certo segno, indipendente dalla pressione esterna.

La città di Puno, nelle vicinanze del lago Titicaca, 4,000 metri sopra il livello del mare, conta 12,000 abitanti; la città di Potosi, nella Bolivia, situata ad un'altezza di 4,150 metri, ne conta 30,000. Ora in questi paesi gli uomini, per ogni inspirazione, non introducono nel polmone che un poco più dei due terzi della quantità di ossigeno che v'introducono gli abitanti delle rive del mare.

Si comprende che se la quantità d'ossigeno *assorbito* fosse nello stesso rapporto, un simile cangiamento eserciterebbe sulle funzioni vitali un'influenza che non sarebbe sfuggita alla scienza.

Secondo le esperienze del sig. Magnus, il sangue arterioso non mescolato con aria, ma, all'uscire dai vasi, saturato da gaz acido carbonico, somministra più di 10 per

Digitized by Google

100 del suo volume di gaz ossigeno. In questo trattamento il sangue diviene alternativamente vermiglio come il sangue arterioso, e rosso-nericcio come il sangue venoso.

Questi fatti dimostrano che l'acido carbonico e l'ossigeno esercitano sul sangue azioni contrarie. Si opera un'eliminazione di gaz carbonico ed una fissazione di gaz ossigeno quando l'aria esterna contiene una data quantità d'ossigeno, ma se l'aria contenga un eccesso d'acido carbonico, allora l'ossigeno stesso viene spostato. Quando i due gaz si contengono nell'aria in una data proporzione, allora si fanno reciprocamente equilibrio; il sangue non può in quest'ultimo caso subire cangiamenti, il sangue venoso non può convertirsi in sangue arterioso.

Se egli è vero che la quantità d'ossigeno, che generalmente si può sciogliere nel sangue, sotto certi rapporti, dipende dalla quantità d'acido carbonico che può eliminarsi, è chiaro che nell'aria l'aumento della proporzione d'ossigeno deve rimanere privo d' influenza sull'atto respiratorio. Ciò perfettamente dimostrarono le belle esperienze di Regnault e Reiset.

Secondo questi osservatori, gli animali che respiravano per lungo tempo (22 a 24 ore) in un'atmosfera che conteneva da due a tre volte più d'ossigeno che l'aria, non sentivano alcuna molestia, ed i prodotti della loro respirazione erano gli stessi come nell'aria normale.

Questi risultamenti, uniti a quelli del signor Magnus, dimostrano che il polmone non è la vera sede della formazione dell'acido carbonico; che il polmone non è sorgente di calore a guisa di un forno. Il vero si è che il sangue arterioso rappresenta una corrente d'ossigeno che, circolando nei vasi più sottili del corpo, determina la formazione di prodotti di ossidazione o di combustione, fra i quali trovasi l'acido carbonico, e produce così uno svolgimento di calore.

I rapporti di dipendenza che esistono fra l'assorbimento dell'ossigeno e l'esalazione dell'acido carbonico sembrano pure indicare che gli stessi agenti di trasporto sono comuni ai due gaz: questi agenti sono i globetti del sangue. Essi

fissano l' ossigeno dell' aria nel polmone e fissano l'acido carbonico prodottosi nella circolazione; in conseguenza non potrebbero assorbire più d'ossigeno che non svolsero d' acido carbonico, perchè un gaz prende il posto dell' altro, ed i due gaz non possono trovarsi nel medesimo luogo.

Ecco un altro fatto pure evidente. La presenza dell'acido carbonico nell'aria è la cagione principale che incaglia lo spostamento dell'acido carbonico del sangue, epperciò l'assorbimento dell'ossigeno per parte di questo liquido.

Quando la proporzione dell'acido carbonico cresce nell' aria, l' assorbimento dell' ossigeno ne è impedito, quand'anche la proporzione dell'ossigeno non varii: quest'effetto pernicioso dell'acido carbonico non potrebbe neutralizzarsi fuorchè per un aumento proporzionale d'ossigeno. Un simile aumento dell'ossigeno non si presenta mai nelle circostanze ordinarie; ma negli sperimenti dei signori Regnault e Reiset parecchi animali poterono respirare in un'atmosfera contenente da 1 1|2 a 2 volte altrettanto ossigeno quanto l' aria normale, e nello stesso tempo da 17 a 23 per 100 d'acido carbonico, senz'alcun sinistro accidente, nell'intervallo di 22 a 26 ore.

Così grande proporzione d'acido carbonico nell'aria comune sarebbe assolutamente mortale.

È noto che l'uomo e gli animali periscono rapidamente respirando acido carbonico puro, mentre essi conservano per più lungo tempo la vita nell'azoto e nell'idrogeno. Ciò si spiega, perciocchè in un' atmosfera d'acido carbonico il sangue non emette acido carbonico, ma al contrario ne prende, talmente che la tenue proporzione d'ossigeno contenuta nel sangue venoso viene eliminata, e così le funzioni vitali del sangue trovansi impedite ed anzi cessano intieramente.

Da quanto precede si vede, che il rinnovamento rapido dell'aria nelle cellule polmonari è la condizione migliore affinchè prontamente e compiutamente si operi la formazione del sangue arterioso, ed affinchè l'acido carbonico gradatamente venga eliminato.

Quando l'aria da respirarsi offre una composizione uguale

a quella dell'aria esalata, le condizioni della respirazione non possono più effettuarsi. L'aria esalata è aria consumata che, nel polmone, non può più servire una seconda volta alle medesime funzioni; essa non trasforma più il sangue venoso in sangue arterioso; al contrario essa incaglia la respirazione, e produce effetti di asfissia uguali a quelli prodotti dall'otturamento della bocca e del naso.

In questo caso la morte è dovuta a due cagioni: al difetto di ossigeno nell' aria da respirarsi ed alla presenza dell'acido carbonico che impedisce l'assorbimento ulteriore dell'ossigeno. In uno degli sperimenti dei signori Regnault e Reiset, un cane di tre anni fu vicino a spirare in un'atmosfera il cui ossigeno era ridotto a 4 1|2 centesime parti, essendo la proporzione dell'acido carbonico di 9 3|4 centesimi; ma, restituito all'aria libera, dopo un' ora, il cane così divenne sano come prima.

In queste sperienze l'acido carbonico esalato era in gran parte assorbito da una liscivia di potassa posta nello spazio stesso in cui l'animale respirava.

Se allo stato di quiete contansi 15 respirazioni per minuto, ed un 1|2 litro d'aria per ogni moto di espirazione, contenendo l'aria esalata 5 centesimi d'acido carbonico e 15 centesimi d'ossigeno, si trova che in 24 ore un uomo produce 540 litri d'acido carbonico e consuma 10,800 litri d'aria.

Secondo le sperienze fatte, queste quantità possono riguardarsi come un *minimum* dell'acido carbonico prodotto. A 18 inspirazioni, la consumazione dell'ossigeno è già maggiore di un quinto.

Un uomo non potrebbe respirare senza difficoltà per 24 ore in uno spazio ristretto che abbia soltanto otto piedi di altezza sopra nove di lunghezza ed otto di larghezza. Dopo ventiquattr'ore l'aria di quello spazio avrebbe la composizione dell' aria esalata; un più prolungato soggiorno entro quel luogo ristretto cagionerebbe una malattia, e finalmente la morte.

Secondo Lavoisier e Seguin, la proporzione dell' acido carbonico, nell'aria esalata, aumentasi fino a 10 per 100,

se la si respira di bel nuovo; ma, oltre a tale quantità, non cresce più, quand'anche si continui a respirarla; la qual cosa del resto non riesce che per poco tempo. Tale quantità d'acido carbonico può riguardarsi come il limite, oltre a cui la vita dell'uomo è in pericolo.

Non sono rari i casi in cui la morte è l'effetto d'insufficiente quantità d'aria in uno spazio occupato da molte persone. Uno dei più terribili accidenti di questo genere successe nell'anno scorso sulle coste dell'Inghilterra a bordo d' una nave carica di emigranti che si trovavano rinchiusi in una cameretta durante una tempesta; più di sessanta persone perdettero così la vita in meno di sei ore.

Quando molte persone respirano in uno spazio in cui l'aria non si rinnovi se non imperfettamente per le fessure delle porte o finestre, si vede l' alterazione dell'aria dalla fiamma triste ed allungata delle candele.

La sola idea che si respiri un' aria esalata dal polmone di un' altra persona, anche sana, produce un mal essere. La presenza di un centimetro cubo d'acido carbonico nell'aria basta per cagionare un'indisposizione sensibilissima. Epperciò è indispensabile una ventilazione bene intesa in tutti i luoghi, cui stanno riunite molte persone.

Entro un simile spazio un uomo adulto ha bisogno almeno di 6 metri cubi d'aria pura per ogni ora; per l' ordinario se ne conta una metà di più.

Esaminando la composizione dell' aria della Camera dei deputati di Parigi, la cui capacità è di 5,000 metri cubi, il signor Leblanc trovò che, essendo 600 il numero delle persone presenti, ed offrendo la ventilazione uno scolo di 11,000 metri cubi per ogni minuto secondo, l' aria conteneva ancora una parte d' acido carbonico su 400 parti, vale a dire 2 1|2 più che non ne contenga l' aria atmosferica.

Per qualche tempo si potrebbe con vantaggio supplire alla ventilazione coll'uso dell' idrato di calce per risanare gli spazi rinchiusi, come i navigli, le camere dei malati, i dormitorii. Si è perchè la calce assorbe l'acido carbonico avidissimamente; in uno spazio riempito di questo gaz,

questo è prontamente sottratto dall'idrato di calce sparso in sottili strati sopra un pavimento.

Un piede cubo di calce (pesante allo stato umido da 18 a 20 libbre, e contenente 66 per 100 di calce), per carbonatarsi, assorbe più di 1,100 litri di gaz acido carbonico. Alcune libbre d'idrato di calce basterebbero dunque per neutralizzare l' effetto pernicioso dell' acido carbonico in un piccolo spazio limitato, e permetterebbero all' uomo di vivervi per un tempo tre o quattro volte maggiore. Non essendo un tale spazio chiuso ermeticamente, il luogo dell'acido carbonico sarebbe tosto occupato da un volume uguale d'aria penetrante dal di fuori. Il solo inconveniente dell'idrato di calce si è che di mano in mano che si assorbe l' acido carbonico e si combina, l' acqua d' idratazione di questo corpo diviene libera e si evaporizza in parte, talmente che ben tosto si respira in un'atmosfera saturata di vapori di acqua. Le persone che abitano case edificate di recente conoscono assai bene tale molestia; le camere sono così umide nei primi mesi, sovrattutto nell'inverno, che si vedono goccioline d'acqua condensarsi sulle finestre e sulle mura fredde.

In case esposte per anni interi all'azione disseccante dell' aria , questo fenomeno si osserva soltanto quando sono abitate: non può attribuirsi all' umidità dei muri, ma all' idrato di calce del cemento, il quale idrato sebbene asciutto, tuttavia contiene in combinazione chimica 24 centesimi di acqua che non isvolgesi allo stato di vera umidità fuorchè quando l'idrato di calce incontra dell'acido carbonico in abbondanza, come appunto succede nelle case abitate.

Il mantenimento della vita e della salute, la temperatura costante del corpo, sono in un intimo rapporto colla respirazione, la cui funzione regolare è interamente subordinata alla composizione dell'aria atmosferica. Dacchè questa composizione varia in modo passeggiero o persistente, ne risulta bentosto uno sconcerto passeggiero o persistente di tutte le funzioni vitali.

Il soggiornare nelle contrade basse in cui l'aria non si

rinnova, in luoghi umidi dove le materie organiche marciscono e svolgono acido carbonico, o finalmente in un'atmosfera caldissima ad un tempo e saturata d'umidità, ecco le cagioni prossime di molte malattie, come assai bene lo sanno i medici.

Nei dormitoi dove trovansi piante, che nella notte assorbono l'ossigeno ed esalano l'acido carbonico; negli spazii chiusi dove si bruciano molte candele, l'aria atmosférica assume poco a poco i caratteri e la composizione dell'aria esalata nella respirazione, e diviene perciò dannosa alle funzioni respiratorie.

Dicemmo che il volume dell'acido carbonico esalato nella respirazione non è uguale al volume dell'ossigeno fissato nel sangue, ma che è minore. Ora, quando si bruci il carbonio in un dato volume d'ossigeno, il volume del gaz acido carbonico contiene un volume di gaz ossigeno. Se dunque l'ossigeno assorbito dal sangue non fosse impiegato nell'organismo fuorchè a formare acido carbonico, bisognerebbe che si ottenesse un volume d' acido carbonico uguale al volume dell'ossigeno consumato; la qual cosa è contraria all'esperienza, come testè abbiamo accennato.

La proporzione fra l' ossigeno contenuto nell' acido carbonico espirato e la somma dell' ossigeno assorbito è variabilissima e, fino ad un certo grado, dipende dalla natura degli alimenti. Si esala maggior quantità d'acido carbonico per effetto di un nutrimento vegetale, ed assai meno in seguito di un vitto animale.

Presso gli erbivori l' ossigeno contenuto nell'acido carbonico esalato aumenta ad otto o nove decimi; nei carnivori, ai tre quarti circa della somma dell'ossigeno ispirato. Questa proporzione è uguale negli animali affamati, tanto carnivori che erbivori, e negli animali nutriti di carne; il che dimostra chiaramente che, nell'astinenza , l' ossigeno fissato dal sangue si combina colle medesime sostanze, vale a dire che la respirazione è sostenuta a spese delle parti del corpo.

È facile il dire qual cosa divengano i 10 fino a 25 per 100 d'ossigeno che sembrano scomparire nella respirazione,

Digitized by Google

qualora si pensi che il corpo degli animali oltre il carbonio e l' idrogeno non contiene che una piccolissima quantità di zolfo come sostanza combustibile, cioè atta a combinarsi coll' ossigeno. Senz' alcun dubbio la maggior parte di quest' ossigeno serve a formare acqua. Per averne la prova basta ricordarsi della scomparsa dell'adipe, così ricco d' idrogeno, negl' individui che soffrono di fame, o della scomparsa dell' alcool dalle bevande spiritose ingerite nell'organismo.

Questa formazione dell'acqua spiega perchè le marmotte, durante il loro sonno invernale, crescano di peso per la respirazione; in tale stato questi animali non ingeriscono acqua, e tuttavia di quando in quando emettono acqua per le orine; dopo ciò, ben inteso, perdono del loro peso nella proporzione dell' ossigeno assorbito e convertito in acido carbonico ed acqua.

Si conosce esattamente la quantità di calore che si svolge dalla trasformazione dell'ossigeno in acido carbonico ed in acqua. Se pongasi una lampada ad alcool, il cui peso è noto, sotto una tazza ripiena d'acqua, e vi si soffii sopra quando l'acqua comincia a bollire, facilmente si scorge quanto di alcool, ad ogni pesata della lampada, siasi bruciato per riscaldare l'acqua alla temperatura dell'ebollizione.

Così pure, conoscendo il peso dell'acqua impiegata, si può, con un calcolo semplicissimo, determinare quanti gradi di calore produce un gramma d'alcool combinandosi coll'ossigeno. Col mezzo di un apparecchio disposto in modo da raccogliere nell'acqua tutto il calore svolto dalla combustione, si trovò che un gramma d'alcool puro può spingere all'ebollizione 69 grammi d'acqua a zero. Ognuno di questi 69 grammi d'acqua riceve dunque 100 gradi di calore, e tutti insieme ricevono 69 volte 100, ossia 6,900. Questa somma di 6,900 esprime la quantità di calore prodotta o divenuta libera in gradi di calore che ha ricevuto il peso conosciuto d'acqua.

Con simile metodo venne determinato il calore di combustione del carbonio e dell' idrogeno, del carbon fossile, del legno, della torba, ecc. Il calore di combustione del

carbon fossile è 5,625: con un chilogramma di carbon fossile si possono spingere 56 1|4 chilogrammi d' acqua dal punto di congelamento all'ebollizione, ossia 562 1|2 chilogrammi a 10 gradi, ossia anche 5,625 chilogrammi ad 1 grado.

Come si vede, l'unità di calore non è un grado termometrico ordinario, ma è la quantità di calore che riceve un peso di acqua, uguale al peso della sostanza combusta, per innalzare la sua temperatura di un grado della temperatura centigrada.

Il calore di combustione del carbonio puro è maggiore di quella del carbone di terra. Secondo il sig. Andrews essa ammonta a 7,881 unità; il calore della combustione dell'idrogeno è di 33,808 unità. La combustione dell'idrogeno produce acqua, la combustione del carbonio produce acido carbonico; e siccome l'acqua contiene di ossigeno otto volte il peso del suo idrogeno; siccome l'acido carbonico contiene di ossigeno 2 2|3 volte il peso del suo carbonio, così per ogni peso di ossigeno che passa allo stato di acido carbonico, se ne determinano 2, 950 unità di calore, e 4, 226 unità per ogni peso di ossigeno che passa allo stato di acqua.

Quindi, conoscendo la quantità dell'ossigeno consumato da un animale in 24 ore, e la quantità dell' acido carbonico esalato, e dell'acqua prodotta (calcolata sull'ossigeno consumato), è facile di calcolare tutta la quantità di calore svolta da un animale nella respirazione. S' intende pure che, facendo respirare un animale in adatto apparecchio, circondato di acqua fredda, per l'aumento di temperatura dell'acqua, si può determinare il numero delle unità di calore che l'animale cede al mezzo che lo circonda, in un dato intervallo di tempo.

Con un simile metodo si verificò che il numero delle unità di calore svolte nel corpo di un animale è sensibilmente uguale a quello che si otterrebbe con un apparecchio in cui, per una combustione di carbonio e d'idrogeno, si trasformasse in acido carbonico ed in acqua una quantità di ossigeno, corrispondente all'acido carbonico esalato,

ed all'ossigeno scomparso. La questione relativa all'origine del calore animale trovasi in questo modo risolta in modo soddisfacente.

Molte malattie croniche, e forse la maggior parte di esse, sono cagionate da un perturbamento dei rapporti fra le funzioni degli organi digerenti e di secrezione, e le funzioni del polmone.

Ci spiegheremo con un paragone triviale: in una stufa, in cui il camino fosse ostruito di fuligine, o troppo ingombra di combustibile, il fuoco non potrebbe accendersi, come se ne otturasse l'imboccatura per impedire l'accesso dell'aria.

In una macchina di così perfetta costruzione come è l'organismo, evidentemente esistono simili rapporti di dipendenza fra il polmone, il tubo intestinale ed i reni.

Da lungo tempo i medici illuminati sanno per esperienza che i reni ed il tubo intestinale sono i regolatori della respirazione. Il tubo intestinale è un organo di secrezione; esso è, se vuolsi, il camino dell'organismo; le parti fetide degli escrementi sono la fuligine che il tubo intestinale separa dal sangue; l'orina rappresenta il fumo, vale a dire le parti solubili, alcaline od acide.

Erra chi crede che gli escrementi si compongano di sostanze allo stato di putrefazione, e che esse debbano il loro odore a tale stato. Si fecero sperimenti i quali provano che le feccie della vacca, del cavallo, della pecora e dell'uomo sano, non trovansi in putrefazione; nessuna sostanza putrescente possiede l'odore proprio di queste evacuazioni, e le parti odoranti che esse contengono, possono prodursi artificialmente con tutti i loro ributtanti caratteri ossidando l'albumina, la fibrina ecc. L' orina di cavallo e di vacca contiene pure in gran proporzione una sostanza, la quale, per l'azione degli acidi, offre un prodotto perfettamente simile al catrame; vi si trova inoltre dell'idrato di fenilo (acido carbolico), principio essenziale del catrame di legno ordinario e del creosoto.

Si è per l'armonia negli organi di secrezione che il sangue conserva la composizione necessaria alla nutrizione.

Mangiar molto, come volentieri si suol fare, è lo stesso che ingombrare il camino di combustibile; un piccolo eccesso di sostanze che dal ventricolo passano nella circolazione, non perturba le funzioni vitali negli individui sani, perchè l'eccedente non consumato dalla respirazione in un dato tempo, viene eliminato dalle intestina o dai reni, in uno stato di maggiore o minore alterazione. A questo riguardo il tubo intestinale ed i reni si aiutano reciprocamente. Quando, per effetto di simile ingombro del sangue, o di mancanza di ossigeno, l'orina contiene un eccesso di sostanze organiche incombuste, quando l'orina è carica e resa torbida dall'acido urico, ciò dinota non di rado un difetto di attività delle intestina: in questo caso un semplice purgante per l'ordinario restituisce l'equilibrio, e ridona all'orina la sua trasparenza ed il suo colore, eliminando dal sangue le sostanze imperfettamente ossidate (Prout).

Il polmone è per se stesso un organo passivo; l' atto principale ch'esso adempisce non è, come nelle ghiandole e negli organi di secrezione, determinato da una cagione interna, ma è una causa esterna che lo spinge ad agire. Il polmone è privo di quest'attività potente che, in altri organi, si oppone alle perturbazioni esterne e le neutralizza.

La polvere, le parti solide, minerali od organiche, introdotte nel polmone dalla respirazione, vi producono depositi organici, simili a quelli che vi si formano per effetto di cagioni interne. Si accumulano adunque fumo e fuligine entro il polmone o nei tessuti; vale a dire che vi si svolgono sostanze innormali, ogniqualvolta le funzioni delle intestina e dei reni sono perturbate od incagliate nel loro regolare andamento da cagioni di malattie.

Simili rapporti di dipendenza esistono fra il polmone ed il fegato. Negli animali inferiori, come nel feto, la grossezza del fegato è in ragione inversa dell' imperfetto sviluppo degli organi della respirazione. Negli animali superiori, allo stato di salute, si vedono ordinariamente un piccolo polmone ed un fegato voluminoso (Tiedemann).

Si può definire il fegato dicendo che serve di magazzeno per le sostanze destinate alla respirazione; che esso è l'opifizio in cui queste sostanze ricevono la forma ed i caratteri adatti alla produzione del calore; il fegato è piccolo quando il polmone è più sviluppato; quanto più rapida e perfetta è la consumazione del combustibile, tanto meno s' ingombra il magazzeno: l'ampiezza di quest'ultimo deve adunque essere in un determinato rapporto colla celerità di questa consumazione.

Digitized by Google

LETTERA DECIMATERZA

Alimenti. — Albumina, base degli alimenti; fibrina della carne, caseina. Analogia di alcuni principii vegetali con queste sostanze animali. — Glutine, legumina, albumina vegetale; loro composizione e loro proprietà. Identità dei loro prodotti di decomposizione. — Alimenti plastici.

Nella mia ultima lettera ho procurato di darvi alcune spiegazioni sulle funzioni così semplici e tuttavia così ammirabili, che l'osssigeno dell'atmosfera esercita nell'organismo. Permettetemi ora di aggiungervi alcune osservazioni riguardo alle sostanze destinate a mantenere l'armonia di queste funzioni; voglio dire gli elementi.

Se l'aumento del corpo, lo sviluppo de' suoi organi, la riproduzione della specie, si fanno per gli elementi del sangue, egli è chiaro che soltanto le materie che contengono gli elementi del sangue sotto una forma atta alla sanguificazione possono riguardarsi come alimenti.

Il sangue contiene da 79 ad 80 p. 100 d'acqua, e dà 20 a 21 p. 100 di parti solide, di cui 1 1|4 a 1 1|2 p. 100, sono incombustibili, e restano allo stato di ceneri dopo la combustione.

Il coagulo contiene i globetti nella fibrina, la quale non esiste in proporzione maggiore del 3 p. 100 del sangue

intiero. I globetti contengono la sostanza colorante del sangue, la quale è notevole perchè contiene molto ferro; essi contengono inoltre la parte essenziale del siero, l'*albumina*, alla quale il siero deve le proprietà del bianco d' uovo. Il sangue si coagula per effetto del calore come il bianco d'uovo; la parte coagulabile del sangue costituisce l' albumina.

La metà dei principii incombustibili del sangue si compone di sal marino. Oltre questo sale il sangue contiene, sì disciolti nel siero che chimicamente combinati coi principii incombustibili, calce, magnesia, potassa soda, acido fosforico ed acido carbonico.

Fatta deduzione del sal marino, l'ossido di ferro forma i 17 ed anche 20 centesimi delle ceneri del sangue. Oltre ai corpi precedenti il sangue contiene ancora alcune sostanze grasse, fra cui molte, per alcuni caratteri, differiscono dai grassi ordinarii.

L' importanza dell' albumina nell'economia animale si comprende facilmente, qualora si rammenti lo sviluppo del pulcino nell'uovo. L'albumina del bianco e del giallo d'uovo contiene zolfo ed azoto come l'albumina del sangue; le due albumine, per 1 equiv. di azoto, hanno 8 equiv. di carbonio; ed, oltre a questi corpi semplici, contengono gli elementi dell'acqua nelle medesime proporzioni; eccettuata una piccola quantità di zolfo che l'albumina dell' uovo ha in eccesso, queste due albumine sono identiche rispetto alla composizione ed alle proprietà.

Ora sotto l'influenza del calore e dell'ossigeno che entrano pei pori del guscio, cioè sotto l'influenza delle medesime condizioni sotto cui si effettua la respirazione dall'albumina nell'uovo fecondato, nascono tutte le parti dell'organismo, le piume, le unghie, la fibra musculare, le membrane, le cellule, i globetti del sangue, i vasi sanguigni, i vasi linfatici, le ossa ecc. ecc.

L' albumina è dunque la base, il punto di partenza di tutta questa serie di tessuti particolari, che sono la sede delle attività organiche. Gli elementi degli organi dotati di forma e di vita sono primitivamente gli elementi dell' al-

bumina: questi organi sono i prodotti di certe trasformazioni che l'albumina subisce nell'organismo vivente, sotto l'influenza del calore e dell'ossigeno.

Simile all'albumina dell'uomo, l'albumina del sangue ha la parte principale nello sviluppo del feto, dove esso perviene dal di fuori.

Le parti costituenti dell' albumina del sangue prendono parte a tutti gli atti dell'economia; esse determinano l'aumento del corpo, la produzione e la riproduzione di tutti gli organi sì nel feto che nell'animale adulto. L'albumina del resto entra nella composizione del cervello, de' nervi, del fegato, dei reni, della milza e di tutte le ghiandole.

In tutto il regno organizzato, dovunque si sviluppa la vita animale, si vedono le funzioni vitali subordinate alla presenza dell'albumina nel sangue. La conservazione della vita è strettamente collegata all'esistenza di questo principio nel sangue ossia nel liquido nutriente.

L' albumina riunisce adunque tutte le condizioni di un corpo essenzialmente nutritivo, e l'espressione di *alimento*, a parlare propriamente, non dovrebbe applicarsi fuorchè alle materie che contengono l' albumina od una sostanza atta a convertirsi in albumina.

Riguardando gli alimenti nel modo or ora esposto, ne deriva, come si vede, una legge generale di una mirabile semplicità.

L'esperienza quotidiana dimostra che la carne è la più nutriente di ogni altra sostanza. Essa contiene, come parte essenziale, la fibra muscolare o *fibrina*, la cui proporzione ammonta ad un dipresso a 0, 70 del peso della carne asciutta, priva di grasso. La sostanza muscolare nella carne è inviluppata di membrane sottili; moltissimi nervi vi si ramificano, oltre a numerosi vasellini pieni di liquidi colorati o senza colore.

L'analisi chimica rende perfettamente ragione delle proprietà nutritive della carne, dimostrando che la fibrina della carne e la fibrina del sangue contengono gli stessi elementi nelle medesime proporzioni: queste due fibrine hanno fra di loro gli stessi rapporti del bianco d'uovo li-

quido o dell'albumina del sangue o dell'albumina coagulata dal calore; la fibrina della carne altro non è, rispetto alla composizione, che albumina del sangue solidificata e conformata. Se v'ha qualche divario, è così piccolo, che due analisi fatte sull'albumina del sangue non offrono maggior divergenza di quella che risulterebbe fra un' analisi della fibrina muscolare ed un' analisi dell'albumina del sangue. Insomma il sangue offre una composizione uguale a quella della carne.

Quindi è che la carne, per mezzo della sua fibrina, offre una fra le condizioni essenziali alla sanguificazione; simile al bianco d'uovo cotto, questa fibrina si discioglie nella digestione, diventa liquida, e così può convertirsi in sangue. Sarebbe puerile, nello stato attuale delle nostre cognizioni riguardo alla nutrizione dei carnivori, il richiedere la prova che in realtà la fibra muscolare digerita possa di bel nuovo, nell'economia vivente, acquistare la proprietà dell'albumina del sangue. Nulla di più facile d'altronde che il somministrare tale prova, potendo la fibra muscolare, fuori dell' organismo, essere convertita in albumina col mezzo di una reazione simile a quella che rende fluidi gli elementi nel ventricolo. Infatti, ove si abbandoni della fibrina, ricoperta di acqua, al contatto dell'aria, se ne scompone una piccola quantità; e tale decomposizione ha per effetto di liquefare il rimanente e sciogliere nell'acqua; la soluzione si comporta a guisa del siero del sangue, e pel calore si rapprende in un coagulo bianco, le cui proprietà sono identiche con quelle dell'albumina del sangue.

Esaminando il latte, questo importante alimento preparato dalla natura nel corpo della madre per lo sviluppo del giovane animale, vi si trova una sostanza, la *caseina*, nella cui composizione, come in quella dell'albumina, entrano lo zolfo e l'azoto; e, come il latte non contiene altro principio azotato (61), così è certo che nel piccolo animale, e nel primo periodo della sua vita, dalla caseina sola si formano le parti essenziali del sangue, la fibra muscolare, le membrane, le cellule.

La caseina per le sue proprietà differisce dall' albumina

e dalla fibrina della carne: essa mantiensi in dissoluzione nel latte a favore di un alcali, e vi si può farla bollire senza che si coaguli come fa l'albumina.

Al contrario gli acidi dilungati che non precipitano l'albumina, separano facilmente dal latte la caseina. Il latte si coagula di già a freddo per mezzo dell'acido acetico dilungato, precipitando la caseina sotto forma di gelatina o di fiocchi densi che, anche dopo di averli fatti bollire nell'acqua, si ridisciolgono assai facilmente nei liquidi leggermente alcalini. Questo carattere distingue essenzialmente la caseina dall'albumina cotta, e dalla fibrina della carne.

L'analisi chimica dimostra che la caseina, tranne una minore porzione di zolfo, contiene gli stessi elementi, e nelle stesse proporzioni, come l'albumina e la fibrina della carne; il giovane animale trova dunque nella caseina del latte le parti essenziali del suo sangue sotto un' altra forma, è vero, ma senza dubbio sotto la forma più adatta allo sviluppo de' suoi organi.

I fatti precedenti spiegano la nutrizione dei carnivori e dei lattanti. I carnivori vivono del sangue e della carne degli erbivori e granivori; questo sangue e questa carne sono perfettamente identici col loro proprio sangue e colla loro propria carne; il lattante riceve il suo sangue dal sangue di sua madre; chimicamente parlando, si può dire che l'animale carnivoro si consuma da sè per mantenere la propria vita, che il lattante consuma sua madre per isvilupparsi; perchè ciò che serve alla nutrizione del carnivoro e del lattante, quanto alle parti essenziali, è identico colle parti essenziali del loro sangue, donde formansi i loro organi.

Presso gli erbivori, la nutrizione sembra differente al primo sguardo. I loro organi digerenti sono meno semplici, ed i loro alimenti si compongono di vegetali, di cui nè la forma, nè i caratteri offrono la minima rassomiglianza con quelli del latte o della carne. Così, dodici anni appena or sono, la nutrizione degli erbivori era un problema ancora insolubile, e si comprende come i medici più chiari abbiano potuto riguardare il ventricolo come la residenza di

una specie di mago che, essendo ben trattato e di buon umore, sappia convertire in sangue ed in carne i cardi, il fieno, le radici, i frutti, i semi, ma che, in collera, sdegni e guasti i migliori cibi.

Tutti questi misteri vennero svelati dalla chimica nel modo più evidente. Essa scoperse in tutte le parti vegetali, che servono di alimenti agli animali, certi principii che si distinguono all'odore simile a quello di lana bruciata, odore che spargono per mezzo del calore. La chimica riconobbe che gli animali, pel loro mantenimento, e perchè crescano, tanto minore quantità richiedono di nutrimento vegetale, quanto più questo è carico dei sovraccennati principii, e che nessuna parte vegetale è nutriente quando tali principii mancano.

I principii vegetali, di cui parlo, si trovano sovratutto abbondanti nei grani dei cereali, nei piselli, nelle lenticchie, nei fagioli e nel sugo de' nostri legumi: del resto, esistono in tutte le piante.

Tali principii possono ridursi a tre sostanze, che appena si somigliano pei loro caratteri esterni.

Quando si abbandona a sè un sugo vegetale recentemente spremuto, dopo alcuni minuti si depone un precipitato gelatinoso, per l'ordinario di color verde, e che, cementato da certi liquidi, destinati a togliergli la sua materia colorante, lascia finalmente una materia di un bianco bigiccio.

Il sugo dei graminacei è carico di questo principio; si trova in abbondanza nei grani di frumento ed in generale di tutti i cereali. Alcune operazioni semplicissime bastano ad estrarlo dalla farina di grano, in uno stato di assai grande purezza. Così, ottenuto, esso porta il nome di *glutine* per le sue proprietà vischiose che esso deve ad un corpo grasso che vi si trova frammisto in piccola quantità. Questo *glutine*, quale trovasi contenuto nei grani de'cereali, è insolubile nell'acqua.

L'altro principio, cui le piante devono le loro proprietà nutritive, trovasi pure in dissoluzione nei sughi, ma non se ne separa all'ordinaria temperatura; vi si depone soltanto

che i sughi facciansi bollire. Così, quando si faccia bollire il sugo chiarificato di un legume, p.e., dei cavolifiori, degli asparagi, delle rape, vi si produce un coagulo impossibile a distinguersi, nè pei caratteri esterni nè per le altre proprietà, dal corpo che si separa allo stato di coagulo nell'ebollizione del siero del sangue, dilungato con acqua.

Finalmente il terzo principio nutritivo delle piante si trova nei cotiledoni delle leguminose, sovratutto nei piselli, nelle lenticchie, nelle fave, e può estrarsi dalla loro farina col mezzo di acqua fredda; sciolto così, questo terzo principio somiglia al precedente, ma se ne distingue: perciocchè la sua dissoluzione non si coagula pel calore. Durante l'evaporazione, questa dissoluzione si copre di una pellicola; si coagula per l'addizione degli acidi deboli, a guisa del latte degli animali.

Dall' esame chimico di questi tre principii, risulta che essi contengono zolfo ed azoto: gli altri elementi vi si trovano nelle medesime proporzioni. È poi degno di osservazione, che questi tre principii hanno una composizione identica con quella dell'albumina; i loro elementi sono combinati in proporzioni uguali a quelle di questo principio essenziale del sangue.

Questa connessione fra i principii delle piante e degli animali dimostra con quale ammirabile semplicità proceda lo sviluppo dell'organismo. Le sostanze impiegate dagli animali a produrre sangue, contengono già formati i principii essenziali di questo liquido. La facoltà nutritiva degli alimenti vegetali è tanto maggiore, quanto maggiore è la quantità che essi contengono, dei tre principii precedenti: l'erbivoro, cibandosene, ingerisce sostanze identiche con quelle che sostengono la vita del carnivoro.

Le piante ingenerano il sangue degli animali coll'acido carbonico e coll'ammoniaca, cogli elementi dell'atmosfera, e con zolfo, oltre a certe parti della corteccia del globo, perchè, cibandosi del sangue e della carne degli erbivori, i carnivori non consumano, a propriamente parlare, fuorchè le sostanze vegetali di cui si sono nutriti gli erbivori;

queste sostanze azotate e solforate acquistano nel ventricolo dell'erbivoro forma e proprietà uguali a quelle delle fibrina della carne e dell' albumina animale nel ventricolo del carnivoro. È dunque nel nutrimento animale che trovasi raccolta e concentrata la parte nutritiva delle piante.

Lo sviluppo dell'organismo, il crescere dell'animale è subordinato all'ingestione di certe sostanze identiche coi principii essenziali del suo sangue. L'economia animale non produce il sangue che rispetto alla forma; essa non potrebbe produrne con sostanze che non ne contengono di già i principii costituenti. Il corpo degli animali rappresenta un organismo superiore, che comincia il suo sviluppo colle materie, colla produzione delle quali la vita cessa nelle piante che servono a nutrirlo; infatti, dacchè i cereali e le erbe di foraggio fruttarono grano, muoiono. Nelle piante vivaci, la produzione del frutto indica il termine del primo periodo della loro vita. Non vi ha lacuna nell'immensa serie dei composti organici; imperocchè questa comincia dalle sostanze minerali che servono di alimenti alle piante ed ascende fino ai principii più complessi del cervello.

La sostanza alimentare, onde componesi la parte essenziale del sangue degli animali, è essa medesima il prodotto dell'attività creatrice delle piante.

Quando, rispetto alle qualità fisiche, si confrontino i tre principii vegetali, azotati e solforati, colla fibrina della carne, coll'albumina del sangue e colla caseina del latte, trovasi che il glutine della farina del grano è somigliantissimo alla fibrina animale; che la parte coagulabile del calore, contenuta nei sughi vegetali, non può distinguersi dall'albumina animale; che finalmente il principio caratteristico dei semi delle leguminose è simile in tutte le sue proprietà al caseo del latte degli animali. Tale identità di caratteri valse ai tre principii delle piante i nomi di *fibrina vegetale*, di *albumina vegetale* e di *caseina vegetale*.

Questi principii non trovansi mai soli e separati nelle

sementi e nei sughi delle piante, almeno assai di rado. Il sugo dei pomi di terra contiene della caseina coagulabile dagli acidi; la semente delle leguminose e dei cereali contiene sempre una certa quantità di albumina coagulabile dal calore. Il glutine della farina di segala è quasi intieramente composto di caseina e di albumina vegetali. Nella farina del frumento, i tre corpi trovansi frammisti.

Importa ugualmente di notare che la fibrina, l'albumina e la caseina animali e vegetali contengono, non solo gli stessi elementi, combinati nelle medesime proporzioni, ma che inoltre questi corpi sono dotati delle medesime proprietà. Il glutine del frumento si discioglie quasi intieramente nell'acqua acidulata per poche goccie di acido cloridrico, dando luogo ad un liquido torbido, nel quale una soluzione di sal marino produce un coagulo come in una soluzione preparata allo stesso modo colla carne muscolare. Dilungato nell'acqua ed abbandonato alla putrefazione, lo stesso glutine si discioglie in gran parte, assolutamente a guisa della fibrina muscolare nelle medesime circostanze, dando un liquido limpido, contenente una grande quantità di albumina coagulabile dal calore.

Finalmente queste diverse circostanze offrono, ossidandosi, i medesimi prodotti d'onde il chimico conchiude che i loro elementi sono aggruppati nel modo stesso.

Tali propotti meritano di essere conosciuti. Quando cementasi le sostanze in discorso con qualche alcali concentrato, una parte del loro zolfo si fissa sulla potassa; formasi così del solfuro di potassio che, per l'addizione di una goccia di acetato di piombo, produce un coloramento nero dovuto a solfuro di piombo; se continuasi l'azione degli alcali, si ottengono due sostanze cristallizzabili, la *tirosina* e la *leucina*, che si avvicinano agli alcali organici. La formazione della leucina acquista un'importanza particolare per la recente scoperta della leucina nell'organismo stesso; p. e., nei liquidi del fegato di vitello.

La leucina fu trovata da Prout nel cuoio putrefatto; più tardi Walter Crum la scoperse nel glutine putrefatto. Ad

eccezione di questi due prodotti, ottengonsi ancora, per mezzo degli alcali, dell' acido butirrico e dell' acido valerianico.

Quando si ossidano i tre principii nei liquidi acidi, si produce un gran numero di corpi notabilissimi, fra i quali conviene accennare l'acido prussico, l'essenza di mandorle amare, i due acidi precedentemente nominati, l'acido formico, l'acido acetico e molti aldeidi. Nessun'altra sostanza organica potrebbe paragonarsi ai principii di cui parliamo, rispetto a questi prodotti di ossidazione.

Si chiamarono col nome di *alimenti plastici* l'albumina, la fibrina e la caseina vegetali, come pure la caseina e la fibrina animali, perchè queste sostanze, fra quelle che vengono somministrate dal regno vegetale ed animale, sono le sole che nella nutrizione possano produrre le parti essenziali del sangue e degli organi degli animali.

L'albumina del sangue è noverata anche fra gli alimenti plastici, perchè fa parte del corpo degli animali, e perchè in tale qualità coopera alla nutrizione. Infatti, non esiste alcuna parte organizzata i cui elementi non derivino dalla albumina del sangue, e che non contenga una certa quantità di azoto.

Molti caratteri fisici degli organi dipendono da principii non azotati, come sono *l'acqua* e *l'adipe*; tali sostanze sono gli agenti intermediarii della produzione dei tessuti organici. Il grasso, od adipe, partecipa alla formazione delle cellule; l'acqua rende liquidi il sangue ed i sughi. È pure ad una certa proporzione d'acqua che devonsi il bianco lattiginoso delle cartilagini, la trasparenza della cornea dell' occhio, la mollezza, la pieghevolezza, l' elasticità della fibra muscolare dei tessuti, il lucido di seta dei tendini e dei legamenti: finalmente, il grasso non manca mai nella sostanza cerebrale e nervosa; l'acqua ed il grasso contengonsi sempre in certe proporzioni nei peli, nelle corna, nelle unghie, nei denti, nelle ossa. Ma in tutte queste parti l'acqua ed il grasso sono soltanto assorbite meccanicamente come in una spugna, od impigliate sotto forma

Digitized by Google

di gocciolette come nelle cellule; talmente che si possano estrarre per mezzo di una pressione meccanica, o di uno sciogliente, senz'alterare la struttura delle parti organizzate. L'acqua ed il grasso non hanno mai forma propria, ma prendono sempre la forma degli organi di cui riempiono i pori; essi non sono adunque compresi fra le parti plastiche dell'organismo, nè degli alimenti.

Digitized by Google

LETTERA DECIMAQUARTA

Parti non azotate degli alimenti. — Zuccaro di latte, zuccaro d'uva, zuccaro di canna, amido, destrina. — Azione della saliva sull'amido. — Grassi. — Legge d'istinto. — Quadro dei rapporti fra le parti plastiche e le parti non azotate degli alimenti. — Effetti degli alimenti nell'organismo. — Azione delle parti plastiche degli alimenti. — Esse sono inette a mantenere la respirazione. — Azione delle parti non azotate degli alimenti. — Agenti della respirazione. — Effetti dell'ossigeno sovra di essi. — Formazione del grasso. — Valore di varie sostanze come agenti della respirazione.

Oltre alle parti plastiche da cui derivano il sangue e gli organi, gli alimenti di tutti gli animali contengono sempre, in una data proporzione, sostanze prive di azoto e di zolfo.

La carne mangiata dai carnivori contiene una certa quantità di grasso; il latte contiene del grasso (butirro) oltre ad una sostanza facilmente cristallizzabile, lo *zuccaro di latte*, che si estrae dal siero per mezzo dell'evaporazione. Gli alimenti degli erbivori contengono sempre una sostanza analoga allo zuccaro di latte, o che gli somiglia.

Lo zuccaro di latte finora non si trovò che nel latte; e secondo le ultime ricerche, in piccola quantità anche nelle uova di gallina. Importa conoscerne la proprietà.

Nel commercio, lo si trova nella forma di croste cri-

Digitized by Google

stalline, spesso di un pollice di spessezza, ordinariamente gialle o bruniccie, di un aspetto sucido, dovuto a mancanza di accuratezza o di nettezza nella sua preparazione. Una nuova cristallizzazione, sovratutto l'uso del carbone animale, lo rende perfettamente bianco, e l'offre in prismi quadrangolari terminati da un apice di quattro faccette, e che scricchiola sotto i denti.

Lo zuccaro di latte cristallizzato si scioglie in cinque o sei parti d'acqua fredda, senza dare sciroppo; i cristalli, posti sulla lingua, hanno un leggiero sapore zuccherino, che colla soluzione è ancora più sensibile.

Questo zuccaro comunica al latte la proprietà di fermentare, quando a dolce calore si lascia abbandonato a se stesso. Il latte fermentato offre, distillandolo, una vera acquavita di un odore molto disaggradevole d'acido butirrico e di cacio fracido; questo prodotto è molto in uso presso i Tartari, i Chirghisi ed i Calmucchi, i quali lo preparano con latte di asina. Tutti conoscono la facilità con cui il latte s'inacidisce; è lo zuccaro di latte che allora si converte in acido lattico.

Lo zuccaro di latte è notabile per la facilità, con cui fissa l'ossigeno, in presenza degli alcali. Quando si rende alcalina una soluzione di zuccaro di latte, aggiungendovi ammoniaca, e vi si versi poscia un sale d'argento, questo ultimo si riduce allo stato metallico per mezzo di un leggiero riscaldamento, e l'argento deponesi sul vetro sotto la forma di specchio brillante, oppure di fiocchi bigi. Una soluzione di zuccaro di latte, frammisto a potassa, discioglie l'ossido di rame con un bel colore turchino; questa mescolanza, quando la si scaldi, diviene di un bel rosso, perchè tutto il rame si separa allo stato di protossido. In queste due reazioni lo zuccaro di latte assorbe tutto l'ossigeno dell'ossido di argento, e la metà dell'ossigeno dell'ossido di rame.

Una soluzione alcalina di zuccaro di latte discioglie il sesquiossido di ferro, ed altri ossidi metallici; riduce l'indigo turchino che essa discioglie.

Molti fermenti, sovratutto in presenza della calce, tras-

formano l'acido lattico, che deriva dallo zuccaro di latte, in acido butirrico, il quale spetta alla serie degli acidi grassi.

L'acido nitrico ossida parimenti lo zuccaro di latte e lo cangia in acido carbonico, acido ossalico ed acido mucico. Finalmente, quando si aggiunga poca quantità di acido solforico ad una soluzione acquosa di zuccaro di latte, ottiensi rapidamente dello zuccaro d'uva.

Lo zuccaro di latte cristallizzato contiene del carbonio e gli elementi dell' acqua, ossigeno ed idrogeno; questi ultimi trovanvisi in una proporzione tale, che supponendo tutto l'idrogeno surrogato dal suo equivalente di ossigeno, si otterrebbe l'acido carbonico.

I frutti ed i sughi vegetali zuccherati devono il loro sapore a tre specie di zuccheri, di cui due sono cristallizzabili, mentre il terzo è sempre viscido e di consistenza sciropposa. Quest'ultima specie di zuccaro entra nella composizione dei frutti (Mitscherlich).

Le barbabietole e le carote contengono lo stesso zuccaro del sugo di canna; il miele contiene lo stesso zuccaro dell'uva.

Tra questi zuccari, quello d'uva somiglia maggiormente allo zuccaro di latte per la composizione e per le proprietà; allo stato secco, esso contiene gli stessi elementi uniti nelle medesime proporzioni; si comporta anche intieramente come lo zuccaro di latte, quanto alla trasformazione in acido lattico e butirrico, ed alle reazioni cogli ossidi d'argento, di rame, di ferro, come pure coll'indigo.

Lo zuccaro di canna, nella sua composizione, si distingue dallo zuccaro di latte, e zuccaro di uva, in quanto che questi ultimi contengono un atomo d'acqua di più; ma, in contatto coi fermenti o cogli acidi, lo zuccaro di canna fissa con molta facilità quest'atomo d'acqua, che mancava, e si converte in zuccaro d'uva.

La sostanza più diffusa nel regno vegetale e negli alimenti degli erbivori, e che nella nutrizione esercita l'azione dello zuccaro di latte, è *l'amido* ossia la *fecola*, che tuttavia ne sembra assai lontana per le sue proprietà.

Digitized by Google

L'amido si trova deposto, sotto la forma di grani rotondi, nei grani dei cereali e delle leguminose, in alcune radici, o tubercoli, in certi legni; si può facilmante estrarre lavando con acqua le cellule che lo contengono, dopo di averle infrante. Quando si stritolano i pomi di terra, le mele o le pere non mature, le castagne, le ghiande, la midolla dell' albero del *Sagù*, e stritolati, si lisciviano con acqua sopra un staccio sottile; il liquido lattiginoso e torbido che ne cola, depone l'amido allo stato di polvere fina, perfettamente bianca.

Nel commercio, si trova l'amido sotto parecchie forme: la polvere per inamidire è la qualità più fina dell'amido del frumento; il *sagù* è l'amido di una palma, granulato ed alquanto agglomerato dal disseccamento; l'*arrow-voot* è l'amido della radice di *moranta arundinacea*; il *tapioca* è l' amido del *Iatropha manihot*. Queste tre ultime specie di amido vengono imitate in Europa colla fecola di pomi di terra.

Tutte le varietà di amido hanno la medesima composizione ed offrono le stesse reazioni chimiche; meno l'amido particolare dei tubercoli di *dahlia* e di molti licheni (62), tutti gli amidi danno coll'acqua calda una pasta più o meno solida, fluida o gelatinosa, che coll'aggiunta di una soluzione di iodio diventa di un turchino indigo magnifico.

Nella decimaquarta lettera (lettere prime) dissi già che l'amido può convertirsi in zuccaro d'uva per l'influenza del glutine, nella germinazione del grano, o per l' influenza dell'acido solforico dilungato.

L'amido si fluidifica immediatamente a caldo in un estratto d'orzo germinato; sul principio vi si produce della *destrina*, sostanza simile alla gomma e che, per l'influenza prolungata del malto, si converte intieramente in zuccaro d'uva. La saliva piena d'aria produce sull'amido un effetto simile: quando una miscela di saliva e di amido è esposta alla temperatura del corpo umano, si rende maggiormente fluida e diventa zuccherina; ed ove la quantità di saliva sia sufficiente, tutto l'amido può a questo modo convertirsi in zuccaro d'uva.

Si comprende facilmente come le diversità dei caratteri

fisici dell'amido e dello zuccaro di latte scompaiono quasi intieramente nella digestione. La natura provvide in modo che, durante la masticazione degli alimenti amidacei, vi si frammischia una materia, per la cui influenza l'amido si trasforma entro il ventricolo in una sostanza identica allo zuccaro di latte rispetto alla composizione ed alle principali proprietà.

La proporzione di amido contenuto nella farina dei cereali, dei piselli, dei fagiuoli, delle lenticchie e dei pomi di terra, è molto abbondante. La farina di frumento e di segala contiene da 60 a 66; l'orzo e le lenticchie da 40 a 50; il mais fino a 78; il riso fino ad 86; ed i pomi di terre allo stato secco, più di 70 cent. di amido.

La materia grassa del butirro e delle carne contiene il carbonio e l'idrogeno nei rapporti dell'amido e delle diverse specie di zuccaro. Queste ultime sostanze si distinguono principalmente dal grasso per una maggiore proporzione di ossigeno; per la stessa quantità di carbonio, il grasso contiene circa 10 volte meno di ossigeno. È facile quindi di convertire pel calcolo una data quantità di grasso in amido, aggiungendovi ossigeno; così trovasi che 10 parti di grasso corrispondono a 24 p. di amido. Così anche si può, diffalcando l'acqua, trasformare per calcolo lo zuccaro di latte in amido. Dopo di avere così ridotto tutti i principii non azotati alla medesima unità, si può estimare il valore relativo degli alimenti, paragonando fra di loro le proporzioni dei principii plastici e dei principii non azotati che essi contengono.

Quadro che indica i rapporti fra i principii plastici ed i principii non azotati contenuti negli alimenti.

	Principii plastici.	Principii non azotati.	
Latte di vacca . .	10 . .	30	8, 8 grasso. 10, 4 zuc. di latte.
Latte di donna . .	10 . .	40.	
Lenticchie . . .	10 . .	21.	
Fave	10 . .	22.	
Piselli	10 . .	23.	
Carne di mont. (ingr.)	10 . .	27.	11, 25 grasso.
Id. maiale id.	10 . .	30.	12, 5 id.
Id. bue . .	10 . .	17.	7, 08 id.
Id. lepre . .	10 . .	2.	0, 83 id.
Id. vitello . .	10 . .	1.	0, 41 id.
Farina di fromento	10 . .	46.	
Id. avena .	10 . .	50.	
Id. segala .	10 . .	57.	
Orzo	10 . .	57.	
Pomi di terra bianchi	10 . .	86.	
Id. turchini	10 . .	115.	
Riso	10 . .	123.	
Farina di miglio .	10 . .	130.	

Non si osservano rapporti costanti fra le parti plastiche del latte, della carne, de'cereali, dei pomi di terra, delle leguminose, e le parti non azotate di questi alimenti, come il butirro, lo zuccaro di latte, il grasso, l'amido. Tali rapporti variano nel latte secondo il nutrimento; la carne grassa propriamente detta contiene maggior quantità di grasso della carne magra; quanto ai pomi di terra, i diversi rapporti che si osservano fra le due varietà citate nel quadro precedente dimostrano sufficientemente quanto le varietà di una medesima pianta possano, in generale, offrire delle divergenze.

Quindi è che non conviene riguardare i numeri indicati

Digitized by Google

in questo quadro se non come quantità medie fra i due limiti estremi. Conviene ammettere, come rapporto assai costante, che per 1 parte di sostanza plastica, i piselli, i fagiuoli, le lenticchie contengono da 2 a 3 cent. di sostanza non azotata; i cereali, il grano, la segala, l'avena da 5 a 6; i pomi di terra da 8 a 11; il riso ed il grano saraceno da 12 a 13 parti.

Di tutti gli alimenti la carne magra è relativamente la più ricca di parti plastiche. Oltre alle altre parti inorganiche, 17 parti di bue (allo stato secco) contengono altrettanto di sostanze plastiche, quanto 56 parti di farina di fromento, o 67 parti di farina di segala, o 96 parti di pomi di terra, o finalmente 133 parti di riso.

Confrontando fra di loro questi alimenti, bisogna considerare che allo stato naturale essi contengono una certa quantità d'acqua, di cui conviene tener conto: 17 parti di bue secco, che contiene 7, 08 di grasso, contengono, allo stato naturale, 32 p. d'acqua: avuto riguardo a questa proporzione d'acqua, 49 parti di carne fresca corrispondono a 66 parti di farina di fromento (a 15 p. 100 d'acqua).

È evidente che, per la mescolanza di questi alimenti, si può ottenere una composizione simile a quella del latte o del pane di fromento. Aggiungendo un poco di lardo o di maiale grasso ai piselli, alle lenticchie od ai fagiuoli; o pomi di terra al bue; o prosciutto al vitello; oppure un poco di riso al montone, si accresce la proporzione delle sostanze non azotate. Lo stesso accade per le bevande alcooliche, quanto alle proporzioni delle parti non azotate e delle parti plastiche: prese con carne magra e poco pane, esse offrono un miscuglio simile al latte; ingerite con carne grassa, danno un miscuglio simile al riso ed ai pomi di terra.

Basta lo esprimere tali rapporti per capire che l'uomo è guidato da un istinto infallibile, fondato sopra una legge naturale, nella scelta e nella mescolanza dei suoi alimenti; quando, bene inteso, le circostanze gli permettono la scelta.

Questa legga naturale prescrive all'uomo ed agli animali

di prendere nei loro elementi proporzioni costanti di sostanze non azotate e di sostanze plastiche, variando nello stesso tempo gli alimenti secondo il genere di vita e le disposizioni del corpo; queste proporzioni non potrebbero mutarsi senza recar nocumento alla salute dell'uomo; senza mettere a repentaglio le sue forze fisiche ed intellettuali.

Uno degli intenti più elevati della scienza è quello d'inspirarci la coscienza di questa legge, di spiegarci perchè l'uomo e gli animali, per la conservazione della vita, abbiano bisogno di tale miscela nelle sostanze alimentari; di renderci ragione delle influenze che cangiano la proporzione di questa mescolanza.

La conoscenza di questa legge innalza l'uomo al di sopra degli esseri privi di ragione, rispetto alla funzione essenziale che egli ha comune cogli animali.

Essa gli insegna, riguardo a'suoi bisogni fisici dalla cui soddisfazione dipende la sua vita, alcuni precetti inutili all'animale, in cui l'istinto non è mai dominato o contrariato dagli appetiti dei sensi, nè altrimenti distratto dalla volontà.

Su quali basi si appoggia questa legge d'istinto che obbliga così l'uomo e gli animali a prendere nei loro alimenti, oltre alle materie plastiche, certe sostanze non azotate, i cui elementi non prendono alcuna parte alla formazione di questi organi? Quale officio hanno tali sostanze nell' atto vitale?

A tali questioni è facile il rispondere ove si paragonino le parti costituenti del corpo con quelle degli alimenti, e si riguardino gli effetti prodotti nell'organismo da questi ultimi.

Un cavallo che lavora consuma ogni anno 2737 chilog. di fieno e 821 chilog. di avena. Un maiale di 60 chilog. pienamente sviluppato consuma nello stesso tempo 2555 chilog. di pomi di terra. Malgrado questa enorme quantità di nutrimento (che pel maiale ammonta a più di 40 volte il suo peso), il peso di questi animali non si trova accre-

sciuto alla fine dell'anno; oppure, nel caso in cui questo peso cresca, l'aumento non è che una frazione del peso degli alimenti consumati dagli animali.

Lo stesso dicasi del nutrimento dell'uomo. In una persona adulta, il cui peso non varia in modo sensibile alla fine dell'anno, i rapporti e la composizione delle parti che compongono il corpo, sono le stesse come sul principio dell'anno.

Tutto il nutrimento, tutte le bevande, ingerite nello spazio di 365 giorni, servono, non ad aumentare la massa del corpo, ma a produrre una serie di effetti.

I 7 chilogrammi di pomi di terra, consumati ogni giorno dal maiale, producono nel suo corpo una certa quantità di forza meccanica, che determina il movimento del sangue, degli umori, delle membra; questo nutrimento serve adunque al mantenimento dell'organismo animale.

Simile effetto è prodotto dai 7 chilogrammi di fieno e dai due chilogrammi 1|4 di avena consumati ogni giorno dal cavallo, con questo divario però, che tale quantità di nutrimento procura anche al cavallo la facoltà d'impiegare esternamente una certa quantità di forza meccanica.

Questo nutrimento produce nel suo organismo un eccesso di forza per cui le sue membra ricevono la facoltà di vincere certe resistenze, cioè, di eseguire una certa somma di lavoro, senza che la salute del cavallo ne soffra pregiudizio.

Il pane, la carne ed i legumi producono lo stesso effetto nel corpo dell'uomo; ma, oltre alla forza meccanica che determina il movimento degli organi e delle membra, questi alimenti producono in esso una certa somma di effetti che si manifestano per un'attività dei sensi e dell'intelligenza.

Nello stato di astinenza il corpo dell'uomo e degli animali decresce ad ogni istante; la diminuzione di sostanza degli organi più importanti è in ragione della forza impiegata dagli organi stessi nel medesimo tempo; gli alimenti restituiscono l'equilibrio e rendono al corpo la facoltà di spendere nuove forze. È noto pure che allo stato di quiete, l'uomo e gli animali abbisognano di minor copia di nutri-

mento che nello stato di moto e di fatica; che la natura degli alimenti consumati da loro ogni giorno influisce molto sulla conservazione della facoltà di eseguire nel giorno successivo lo stesso lavoro, di produrre per mezzo dei nervi gli stessi effetti del giorno precedente.

Gli alimenti, come ce lo insegna l'esperienza di tutti i tempi, notabilmente variano rispetto alla loro attitudine a produrre ed a restituire queste attività. In ciò, il pane di fromento è superiore al pane di segala; il pane di segala al riso ed ai pomi di terra; la carne degli animali a tutti gli altri alimenti. Tutti sanno che un cavallo nutrito di pomi di terra è ben lungi dal potere eseguire il lavoro che eseguirebbe mangiando fieno ed avena. La forza di lavoro che un uomo può impiegare ogni giorno può misurarsi dalla quantità delle parti plastiche da lui consumate nel pane e nella carne.

La porzione giornaliera di pane che un soldato riceve, contiene:

In Francia	750	gramme	(fromento)
Belgio	775	»	
Sardegna . . .	737	»	
Spagna	670	»	
Alemagna merid. .	1000	»	(1/6 fromento, 4/6 segala, ed 1/6 orzo)
Alemagna settentr.	1000	»	(segala).

Le parti plastiche degli alimenti costituiscono evidentemente le principali condizioni della produzione della forza fisica nell'organismo, non meno che di tutte le attività sensuali ed intellettuali.

I loro effetti si comprendono quando si consideri che tutta l'attività del cervello e delle membra, che tutti i movimenti dell'economia sono subordinati alle parti dell'organismo dotate di una certa forma, e che le parti sprovvedute di forma propria, come l'acqua ed il grasso, non posseggono proprietà vitali, e non possono cangiare luogo

o posizione per l'eccitamento di una causa particolare, attiva in esse.

Ma se le funzioni de' sensi, del cervello, se tutti i movimenti volontarii ed involontarii dell'organismo, dipendono dal numero o dalla massa delle parti organizzate, contenute nel corpo, è chiaro che l'intensità e la durata degli effetti che questo corpo può produrre, sono in ragione della massa delle diverse parti onde si compongono gli organi; che gli effetti del cervello sono in ragione della massa cerebrale; che gli effetti meccanici sono in ragione della massa della sostanza muscolare.

Di mano in mano che si assottiglia l'apparecchio meccanico, che ingenera la forza; di mano in mano che decresce la sostanza dei muscoli e dei nervi, il corpo perde la facoltà di produrre forza; al contrario, di mano in mano che le parti organizzate si riparano e si rinnovellano per la nutrizione, il corpo riacquista, ed anzi aumenta questa facoltà.

Tutte le parti organizzate attive derivano dall' albumina del sangue. Tutta l' albumina del sangue proviene dalle parti plastiche del nutrimento vegetale ed animale. Le parti plastiche degli alimenti, prodotte definitivamente dalla pianta, sono adunque le condizioni di ogni attività, d'ogni produzione di forza, nell'economia animale, per parte dei sensi e delle membra.

Tale dipendenza, in cui trovasi l' animale rispetto alla pianta, rileva all' intelletto rapporti maravigliosi.

I vegetali che servono di nutrimento agli animali, sono i generatori degli alimenti plastici, e per conseguenza i collettori di ogni forza; pel sonno e pel riposo l'animale ritorna allo stato di pianta; le parti non organizzate del suo sangue prendono forma e si organizzano in nuovi tessuti; e questi ultimi, decomponendosi alla loro volta in corpi privi di forma propria, ossia in corpi inorganici, pongono in azione la forza concentrata in essi per produrre gli effetti più svariati. In ciò l'animale rassomiglia alla pila di Volta che deve le sue proprietà ad una certa disposizione degli elementi ond'è composta, e che si consuma da sè producendo effetti magnetici, elettrici e chimici.

Digitized by Google

A questo modo spiegasi l'azione esercitata nell'organismo dai principii plastici degli alimenti. Essi sostengono le funzioni vitali riparando le parti organizzate che si consumarono e si eliminarono.

Un cavallo che fatica e che si nutre di pomi di terra, perde di peso; se non faticasse, il suo peso rimarrebbe costante. La fatica è dunque una consumazione di alcune parti del corpo; e le sostanze plastiche di tutti i pomi di terra ingeriti dall'animale non bastano alla riparazione di queste parti. L'animale consuma più di quello che riceve dal nutrimento: quindi è che dimagra e s' indebolisce.

Quando, al contrario, il cavallo riceve in abbondanza fieno ed avena, esso può eseguire una certa somma di lavoro senza che il suo corpo decresca di peso. Se, allo stato di quiete, esso riceve la stessa quantità di foraggio, allora cresce di peso fino ad un certo segno. Il nutrimento consumato produce dunque nel corpo del cavallo una data quantità di forza che può impiegarsi a vincere resistenze, sia esternamente che in seno dell'organismo. Se tale forza si consuma in lavoro, il peso del corpo rimane allo stesso punto; se impiegasi nell'organismo all'eseguimento di certe funzioni, allora il corpo cresce di massa in tutte le sue parti.

Ne segue che la *potenza di lavoro di un animale è in un rapporto determinato coll'eccesso di nutrimento, che aumenta il peso del suo corpo nello stato di riposo.*

Se ho ben compreso la legge immutabile ed eterna della natura, la proporzione degli alimenti plastici necessarii ogni giorno all' uomo che lavora non può essere minore della proporzione preparata dalla natura stessa per lo sviluppo del corpo umano e l'accrescimento di tutte le sue parti, vale a dire della proporzione contenuta nel latte di donna. Quindi il nutrimento dell'uomo che lavora, per 4 parti di sostanze non azotate deve contenere 1 parte di principii plastici.

Questo fatto del resto è conforme all'esperienza di tutti i tempi. Dacchè il mondo esiste si sa che ogni individuo il quale debba eseguire una somma di lavoro, nei limiti

Digitized by Google

della sua organizzazione, abbisogna di aggiungere al suo pane una data quantità di carne; che, se egli consuma oltre alla media della sua potenza di lavoro, ha bisogno di maggiore quantità di sostanze plastiche nel suo nutrimento; che nello stato di riposo, finalmente, gli basta una proporzione minore di queste sostanze.

Molte importanti applicazioni derivano da questo principio. Quando un bambino, privo del latte di sua madre, è nutrito con latte di vacca, il quale contiene una maggiore proporzione di materia plastica, conviene aggiungere zuccaro al suo latte, oppure aggiungere latte di vacca alla sua minestrina di orzo mondato.

Tutti conoscono anche l' influenza disastrosa di un' alimentazione insufficiente sullo sviluppo e sulla cresciuta dei giovanetti costretti ad un eccesso di fatica; costretti a spendere al di fuori la forza prodotta nell' organismo, questi infelici non trovano di che ripararla o non lo possono, perchè il loro organismo non comporta la digestione che di una quantità determinata di alimenti.

Le belle esperienze del signor Boussingault (*Annales de chim., phys.*; nuova serie. tom. XIV, p. 419) dimostrano che l'aumento di peso degli animali messi all' ingrasso è come la produzione del latte delle vacche, in ragione della quantità degli alimenti plastici che essi giornalmente consumano. Queste sperienze si continuarono per più mesi sovra maiali, i quali sono dotati al più alto grado della facoltà di assimilarsi gli alimenti. Un maiale fu esclusivamente nutrito di pomi di terra; quest' alimentazione non lo fece crescere di peso; ma, somministrando poi all' animale un'alimentazione mista, composta di pomi di terra, di siero di latte, di butirro e di avanzi di cucina, si vide che l'animale cresceva di peso. L'aumento fu reso ancora maggiore per una somministranza giornaliera di chilog. 4, 87 di pomi di terra, 0, 45 di grano macinato, 0, 32 di farina di segala, 0, 34 di piselli, e 0, 46 di latte di butirro, di siero di latte e di avanzi di cucina.

Il calcolo offre la composizione seguente, per le diverse alimentazioni somministrate al maiale:

Rapporto fra gli alimenti plastici e gli alimenti non azotati, essendo questi ultimi espressi in amido.

Il maiale ha ricevuto:

	Parti plastiche.	Parti non azotate
Nella razione de' pomi di terra	10	87
Nella razione ordinaria	10	71
Nella razione d'ingrasso	10	55

Si osserva che l'ultima miscela, fra le parti non azotate e le parti plastiche, offre un rapporto simile a quello che esiste nei grani dei cereali.

L'esperienza insegnò agli agronomi tedeschi un metodo semplicissimo per impiegare i pomi di terra all'ingrasso dei bestiami, trasformandoli in una mescolanza in cui le due specie di parti alimentari si contengono in proporzione uguale a quella che esiste nei cereali. Questo metodo, che in Alemagna è la base di tutte le operazioni agricole, consiste nel privare i pomi di terra, mediante un processo chimico, delle parti non azotate in totalità o nella maggior parte, e nell'impiegare all'ingrasso il residuo contenente tutte le parti plastiche.

Si fanno cuocere i pomi di terra, e, dopo di averli ridotti in consistenza liquida, si pongono in contatto con orzo germinato, sotto l'influenza del quale la fecola si converte in zuccaro. Quindi si fa fermentare il mosto con del lievito di birra; e si distrugge così tutto lo zuccaro, che si trasforma in alcool, quale si raccoglie per mezzo della distillazione; si è coi residui di quest' operazione, che si nutrono i bestiami posti all'ingrasso; questo è il nutrimento più stimato per tale uso.

Generalmente si crede, che gli agricoltori tedeschi si facciano distillatori all'unico fine di ottenere dell'alcool; ma è un errore; essi non distillano fuorchè nell'intento d'ingrassare i loro bestiami con maggiore risparmio.

Questo metodo di concentramento dei principii plastici

negli alimenti destinati alla produzione del sangue e della carne è uno fra i numerosi esempii in cui l'esperienza precorse la teoria. Senza dubbio non si pensava sulle prime, se non a produrre dell'alcool; quindi si procurò di trar partito dei residui, e finalmente si riconobbe l'influenza vantaggiosa di quest'operazione sulla qualità del nutrimento destinato all' ingrasso. Il bisogno insegna e diffonde così molte verità, la cui influenza ed efficacia di convincimento sono più forti di qualunque scienza.

L'officio delle sostanze plastiche venne posto in evidenza nelle cose che siamo venuti discorrendo. Queste sostanze, identificandosi colle parti organizzate del corpo, divengono i conservatori delle funzioni vitali.

Ove si consideri che l'economia animale è non solo una sorgente di forze e di effetti vitali, ma ancora un apparecchio produttore di calore; che il calore svolto giornalmente nel corpo di un adulto basterebbe, a capo di un anno, per innalzare 10,000 a 12,000 chilog. d'acqua da zero a 100 gradi; che il calore animale risulta dalla combinazione dell'ossigeno, ingerito dalla respirazione, con alcune parti degli alimenti e degli organi; e che la quantità di calore prodotto giornalmente è in un determinato rapporto colla quantità di ossigeno consumato, si deve naturalmente ammettere, che gli elementi delle sostanze plastiche non prendono che una piccola parte alla produzione del calore animale.

Infatti, ove si paragoni la quantità degli alimenti plastici, consumati giornalmente, colla quantità dell' ossigeno consumato nello stesso tempo, si trova che gli elementi combustibili di questi alimenti non bastano alla trasformazione dell'ossigeno assorbito dal sangue in acido carbonico ed in acqua. L'organismo introduce assai più di ossigeno; un cavallo cinque volte di più, un maiale sei volte di più, di quanto se ne richiederebbe per la perfetta combustione degli alimenti plastici.

Se gli elementi combustibili degli alimenti plastici servissero alla produzione del calore, tutta la quantità che ne riceve, nella sua razione quotidiana, un cavallo nudrito di fieno

ed avena, oppure un maiale nutrito con pomi di terra, non basterebbe che a sostenere la respirazione, cioè, a svolgere il calore, per quattr'ore e mezzo nel cavallo, e quattr'ore nel maiale, tranne che questi animali non consumassero gli stessi alimenti in quantità cinque o sei volte maggiore.

Se si considerano le proprietà degli alimenti plastici, sembra assai dubbio (ammettendo anche quest'ultimo caso) che, nelle condizioni in cui sono posti in presenza dell'ossigeno, possano produrre la richiesta temperatura, e riparare le perdite di calore provate dall'economia. La ragione si è che, di tutte le sostanze organiche, le materie alimentari plastiche sono quelle che posseggono in minor grado la facoltà di bruciarsi e di svolgere calore.

Tra gli elementi che compongono l'organismo, l'azoto è quello in cui è più debole l'affinità per l'ossigeno; e, cosa ancor più singolare, l'azoto, combinandosi con altri elementi combustibili, li priva più o meno della facoltà di combinarsi nell'ossigeno, cioè di bruciarsi.

Tutti conoscono l'estrema infiammabilità del fosforo e dell'idrogeno: combinandosi coll'azoto, questi due elementi producono composti intieramente privi della proprietà di bruciarsi nelle circostanze ordinarie. Il fosforo libero s'infiamma di già alla temperatura del corpo dell'uomo; così pure si ossida facilmente col mezzo dell'acido nitrico dilungato; ma il fosforo di azoto, bianco e simile alla creta, non diviene combustibile nel gaz ossigeno, fuorchè alla temperatura del calor rosso, e non continua anzi a brucarsi; l'acido nitrico dilungato non lo altera. L'ammoniaca, ossia l'azoturo d'idrogeno in 2 volumi, contiene 3 volumi d'idrogeno, e malgrado questa grande proporzione di un elemento così combustibile, l'ammoniaca non s'infiamma più in contatto coi corpi incandescenti, e non continua a bruciarsi anche nell'ossigeno puro. La maggior parte delle combinazioni azotate si bruciano meno facilmente d'ogni altra; s'infiammano difficilmente, e non vengono annoverate fra le sostanze combustibili, perchè, bruciandosi, non isvolgono fuorchè una debole quantità di calore, che non basta ad infiammare le parti vicine. Solo il cianogeno, osssia azoturo

di carbonio e l'acido cianidrico, sono infiammabili, ed infiammati, continuano a bruciarsi.

Rapporti simili osservansi coll'albumina contenuta nel sangue alcalino. La facoltà che ha l'albumina di combinarsi coll'ossigeno, paragonata alla medesima facoltà delle combinazioni non azotate dello zuccaro di latte, dello zuccaro d'uva e del grasso, non è maggiore dell' ossidabilità dell'argento, per esempio, paragonata a quella del ferro. Rispetto a questa combustibilità si potrebbero dividere i principii chimici che fanno parte dell'organismo in metalli nobili ed in metalli comuni; dai metalli più nobili si formerebbero dunque gli organi.

La sapienza del Creatore si manifesta in tutte le sue opere. Quello che più ci sorprende nei misteri della creazione, è quella semplicità dei mezzi che concorrono al mantenimento dell'armonia nelle cose create, alla conservazione della vita negli esseri organizzati.

La vita organica sarebbe impossibile senza questa potente resistenza che, più di ogni altra parte dell'organismo, le sostanze azotate oppongono all'azione dell'atmosfera.

Se l'albumina del sangue che nasce dalle parti plastiche degli alimenti avesse in più alto grado la facoltà di mantenere la respirazione, sarebbe interamente inetta alla nutrizione. Se l' albumina si alterasse e fosse direttamente distrutta nella circolazione dall'ossigeno inspirato, la tenue quantità d'albumina che gli organi della digestione introducono ogni giorno nei vasi sanguigni scomparirebbe rapidamente, ed il più lieve perturbamento nelle funzioni digestive porrebbe prontamente un termine alla vita.

Finchè il sangue, oltre all'albumina, contiene delle sostanze che abbiano una maggiore affinità per l'ossigeno, questo agente non può esercitare un'azione distruttiva su quel principio essenziale del sangue. Così spiegasi l'azione degli alimenti non azotati nell'economia vivente.

L'amido, lo zuccáro, il grasso servono a preservare gli organi ed a mantenere la temperatura del corpo per mezzo della combinazione dei loro elementi coll'ossigeno.

I principii solforati ed azotati degli alimenti conservano

gli organi e promuovono così la produzione della forza; i principii non azotati sostengono la respirazione, e perciò anche il calore. Quindi è che questi ultimi vengono chiamati *agenti della respirazione.*

Da quanto precede si comprende la necessità della coesistenza, nelle volute proporzioni, delle sostanze plastiche e degli agenti della respirazione negli alimenti. Le quantità richieste quotidianamente dall'economia animale dipendono dall'ossigeno inspirato, cioè dalla forza impiegata e dal calore perduto.

Ad uguale impiego di forza l'uomo che lavora abbisogna nell' estate di minore quantità di alimenti respiratorii che nell'inverno; e nel Mezzodì meno che nel Nord. Quando l'uomo ne consuma pesi uguali nelle diverse stagioni o nei diversi climi, questi alimenti sono, in un caso, più ossigenati, come sono gli acidi organici e lo zuccaro, o, nell'altro caso, più ricchi di elementi combustibili, come il lardo e l'olio di pesce dell'abitante dei paesi polari.

Non si potrebbe comprendere la formazione degli organi per mezzo delle parti costituenti del sangue, nè la produzione di alcun effetto dinamico per opera di questi organi stessi, senza il concorso delle materie non azotate. Le uova di gallina su 10 parti di albumina contengono 15 parti di sostanza non azotata (materia grassa, espressa in amido), la cui massima parte scompare durante l'incubazione. La combinazione degli elementi della materia grassa coll'ossigeno dell'aria svolge una data quantità di calore che, aggiungendosi al calore d'incubazione, ne promuove gli effetti; si produce dell'acido carbonico e dell'acqua che in parte si sostituisce all' acqua che si evapora; la presenza della materia grassa equilibra quest'azione dell'ossigeno e la mantiene entro i confini necessarii alla produzione dei tessuti. Ma l'animale, che respira, consuma una quantità di ossigeno assai maggiore di quella che si consuma dall'uovo durante l' incubazione; egli ha dunque bisogno di trovare negli alimenti una quantità di sostanze non azotate in proporzione di tale eccesso di consumazione. È verosimile che la proporzione delle sostanze non azotate contenute nel-

l'uovo di gallina rappresenti, rispetto alle sostanze plastiche degli alimenti, il *minimum* della quantità necessaria agli animali di sangue caldo.

Lo zuccaro di latte e lo zuccaro d'uva (prodotto nella digestione dell'amido e dello zuccaro di canna) scompaiono dal sangue con un'estrema rapidità; e soltanto in un piccolissimo numero di casi si riuscì a trovarli in questo liquido.

Lo stesso dicasi del grasso, che prontamente scompare nell'uomo e negli animali, quantunque il peso del corpo non varii.

Quando il nutrimento contiene più di grasso di quanto corrisponda all'ossigeno inspirato, tale eccesso si accumula nelle cellule, il cui involucro si compone di una sostanza uguale a quella che costituisce la parte essenziale delle membrane e delle ossa. Quando i principii del sangue o degli alimenti non bastano alla formazione di queste cellule, allora vi supplisce la sostanza dei muscoli. L'animale abbonda di grasso, ma la sua carne decresce; oltrepassato questo limite, il sangue stesso s'impregna di grasso; ne nasce una malattia, e finalmente la morte (Persoz, *Ann. de phys. et de chim.*, nuova serie, tom. XIV, pag. 417).

Nei casi in cui gli animali consumano di sostanze plastiche e di sostanze non-azotate (non comprese le sostanze grasse) una quantità maggiore di quella che si richiede pel mantenimento della respirazione e della vita, le parti plastiche si accumulano nella forma di carne e di tessuto cellulare, e le parti non azotate (zuccaro, zuccaro di latte, ecc.) si trasformano in adipe.

Gli sperimenti dei signori Boussingault e Persoz dimostrano perfettamente che lo zuccaro prodotto nella digestione dell'amido dei cereali, dei pomi di terra e dei grani delle leguminose, si converte in grasso quando l'organismo riceve nello stesso tempo i materiali necessarii alla formazione delle cellule.

Noi abbiamo di già segnalato i rapporti che esistono fra la composizione dello zuccaro di latte e d'uva e quella dell'acido carbonico. Quest'ultimo, per 1 equivalente di

carbonio, contiene 2 equivalenti d'ossigeno; per la medesima quantità di carbonio lo zuccaro di latte e lo zuccaro d' uva contengono anche 2 equivalenti di altri principii elementari, ma uno di detti equivalenti soltanto è di ossigeno, ed in luogo dell'altro equivalente vi è 1 equivalente d'idrogeno.

La trasformazione dello zuccaro in acido carbonico dunque consiste, in ultima analisi, nella formazione d'acqua: l'ossigeno assorbito nella respirazione si combina coll' idrogeno dello zuccaro per formare acqua, e se l'idrogeno eliminato è sostituito dal suo equivalente d'ossigeno, ciò produce esattamente dell'acido carbonico.

Ne nasce che nell'organismo non si opererebbe una combustione del carbonio, ma tale combustione si farebbe a spese dell'idrogeno; sarebbe una sostituzione, in cui l'idrogeno tolto dall' ossigeno verrebbe surrogato da uno o più equivalenti d'ossigeno.

La prima condizione perchè si formi il grasso, perchè gli elementi combustibili degli agenti di respirazione si depongano nel tessuto cellulare, è la *mancanza d' ossigeno.* Quando, al contrario, l'ossigeno basti alla trasformazione in acido carbonico ed in acqua del carbonio e dell'idrogeno di questi alimenti, allora vengono eliminati sotto questa novella forma e non possono accumularsi allo stato di adipe nel corpo.

Per comprendere questa trasformazione, entro l'economia animale, dello zuccaro così ossigenato, in materia grassa, che contiene assai poco ossigeno, basta rammentare ciò che succede nei fenomeni della fermentazione.

La fermentazione produce sempre il disdoppiamento di un atomo complesso in una combinazione molto ossigenata ed in una combinazione poco ossigenata. Nella fermentazione alcoolica, una parte dell'ossigeno dello zuccaro si separa nella forma di acido carbonico, mentre gli altri elementi, che restano, producono una sostanza infiammabile e poco ossigenata, l'alcool; per una simile eliminazione di acido carbonico e di acqua, lo zuccaro offre ancora dell'olio di pomi di terra, che tanto si avvicina ai corpi grassi

pe' suoi caratteri fissi. Quando tale eliminazione di acido carbonico è accompagnata da svolgimento d'idrogeno, lo zuccaro somministra acido butirrico, vero acido grasso.

La formazione dell'adipe, nell'economia animale, si effettua nelle stesse condizioni. Esso è il risultamento di due azioni chimiche, le quali succedono simultaneamente: di una ossidazione imperfetta, ossia combustione lenta, che toglie allo zuccaro una data quantità d'idrogeno, e di un disdoppiamento ossia di una certa fermentazione, per cui si opera una eliminazione di ossigeno, sotto forma di acido carbonico.

Questa trasformazione dello zuccaro in sostanza grassa, forse è determinata da un fermento contenuto nel fegato e che opera come la saliva sull'amido o come la mucosa nella digestione; il fegato sarebbe dunque la sede della formazione del grasso. Non è inverosimile questa opinione, ma abbisogna ancora di essere confermata dall'esperienza.

Quando, ad una temperatura di 37 a 40 gradi, si esponga del fegato di vitello fresco, tagliato in pezzi, e ricoperto di acqua, dopo quattro o cinque ore vi si stabilisce una notabile fermentazione; il fegato si ricopre di moltissime bolle di gaz composte, in gran parte, d'idrogeno; ogni bolla, uscendo dall'acqua, può infiammarsi. Operandosi in un vaso aperto, non si osserva punto di gaz fetido nelle prime ore della fermentazione. Quindi è chiaro, che il fegato contiene una sostanza che, in un certo stato di alterazione, produce un fermento energico sì che scompone l'acqua, da cui vien tolto l'ossigeno.

Tutte le sostanze alimentari dell'uomo e degli animali contengono una data quantità di sostanze grasse o di materie simili al grasso: la carne, però degli animali selvaggi, è ordinariamente priva di adipe.

Dunque in tutti i casi in cui il peso del corpo e le proporzioni del grasso non variano, si può ammettere che il grasso, lo zuccaro e l'amido servono esclusivamente alla respirazione, e che lo zuccaro e l'amido non vengono impiegati alla produzione della materia grassa.

La formazione del grasso, oltre ai bisogni dell'organismo

per la produzione degli effetti plastici, come succede negli animali che s' ingrassano, è sempre la conseguenza di un difetto d' armonia fra le funzioni della respirazione e la funzioni di nutrizione : è piuttosto un indizio di malattia che un segno di buona salute.

La natura destinò le sostanze non azotate al mantenimento del calore animale ; quindi è, che trovansi a questo fine sapientemente frammiste a tutti gli alimenti. L'organismo ha la facoltà di attenuare le perturbazioni che subiscono le funzioni vitali per l' effetto dell'accumulamento delle sostanze combustibili nel sangue: essendo tali sostanze convertite in materia grassa, si separano dal sangue, e si depongono fuori dei vasi sanguigni , aspettando una destinazione ulteriore, in modo che si conservi al sangue la sua composizione normale. Tale separazione degli elementi combustibili ripara alla mancanza dell' ossigeno necessario alle altre funzioni vitali, e restituisce così l'equilibrio nell' economia.

Le sostanze plastiche, per l'effetto di certe reazioni chimiche, come p. e. della putrefazione, si disdoppiano quasi esattamente in ammoniaca ed in acidi grassi (acido butirrico ed acido valerianico); perciò egli è verosimile che esse possano parimenti concorrere in alcune circostanze alla formazione dell'adipe negli animali.

È singolare, in ogni caso , il vedere che la formazione degli acidi grassi , p. e. dell'acido butirrico, per opera di queste materie azotate, al di fuori dell'economia animale , non si effettua che sotto l' influenza dei fermenti i cui principii elementari trovansi nella fermentazione butirrica; ed è assai verosimile che un simile rapporto unisca anche fra loro, nella formazione del grasso, le materie plastiche e le sostanze non azotate.

Il seguente quadro dimostra, che a pesi uguali, i varii agenti di respirazione contengono quantità molto ineguali di elementi combustibili.

Digitized by Google

	Zuccaro d'uva.	Zuccaro di canna.	Amido.	Alcool.
Carbonio	40,00	42,20	44,44	52,18
Idrogeno	6,66	6,43	6,17	13,04
Ossigeno	53,34	51,47	49,39	34,58
Totale	100,00	100,00	100,00	100,00

Le proporzioni di carbonio e d' idrogeno contenute nei corpi grassi sono ancora maggiori: l'olio d'oliva, p. e., contiene 77 p. 100, il grasso di maiale e quello di montone 79 p. 100 di carbonio ed 11 a 12 p. 100 d' idrogeno. Le altre sostanze grasse hanno una composizione intermedia. Siccome la facoltà, che hanno i corpi di svolgere calore per la loro combinazione coll'ossigeno, dipende dalla proporzione degli elementi combustibili che essi contengono a pesi uguali; e siccome la quantità dell'ossigeno necessario alla loro combustione cresce col crescere di tale proporzione, così è facile di calcolare approssimativamente il valore di questi corpi come produttori di calore, ossia come agenti della respirazione. Il quadro seguente contiene disposti in serie i varii alimenti di respirazione; i numeri aggiuntivi indicano quanto di essi proporzionalmente richieggasi per convertire in acqua ed in acido carbonico una determinata quantità di ossigeno; essi offrono approssimativamente le quantità di alimenti che conviene consumare per mantenere il corpo alla stessa temperatura, in tempo uguale e ad uguale consumazione di ossigeno:

100 grasso.
240 amido.
249 zuccaro di canna.
263 zuccaro d'uva; zuccaro di latte.
266 alcool di 0,50.
770 carne muscolare fresca, senza grasso.

Secondo questi numeri, 1 chilog. di grasso nella respirazione, serve come 2 2|5 di amido, 2 1|2 di zuccaro di canna, 7, 7|10 di fibra muscolare.

Di tutti gli agenti della respirazione, il grasso è dunque il migliore, la fibra muscolare il peggiore. Calcolando questa efficacia della fibra muscolare, si suppose che la carne si converte, entro l'organismo, in urea, acido carbonico ed acqua. Quest'ipotesi è vera soltanto in parte; perchè, per le orine e per gli escrementi solidi si eliminano altre sostanze azotate, che contengono una proporzione di carbonio assai maggiore che l'urea. In tutti i casi, il carbonio eliminato sotto forma di combinazione azotata prende una piccola parte alla produzione del calore del corpo.

Gli alimenti plastici contengono l'azoto ed il carbonio nella proporzione di 1 ad 8 equivalenti. Se l'orina non contenesse che urea, non dovrebbe offrire all'analisi che 1 equiv. d'azoto per l'equiv. di carbonio. Ma il sig. Boussignault (Annal. de chim. et de phys., tom. XXI, p. 122) trovò nell'orina del cavallo, fra l'azoto ed il carbonio, la proporzione di 1: 6,6, e nell'orina di vacca, di 1: 16.

Parecchie speciali ricerche fatte a Giessen offrirono, in carbonio, per l'equivalente di azoto, 5 equivalenti nell'orina di cavallo, 8 equiv. nell'orina di vacca, e 1,8 nell'orina dell'uomo.

Le materie escrementizie (orina e feccie) di un maiale nutrito con pomi di terra, fatta deduzione del principio lignoso di questi tubercoli, contenevano l'azoto ed il carbonio nella proporzione di 1 : 10.

Questi fatti sembrano indicare che in molti animali, gli elementi combustibili delle sostanze plastiche non vengono eliminati, o solo in piccola parte pel polmone; e che si può appena ad essi attribuire una parte sensibile nella produzione del calore animale.

LETTERA DECIMAQUINTA

Influenza dei sali sulla nutrizione. — Composizione delle ceneri del sangue, paragonate colle ceneri degli alimenti. — Influenza dell'alcalinità del sangue. — Azione dell'acido fosforico nell' organismo. — Identità di azione dei fosfati e dei carbonati alcalini. — Rapporti di dipendenza fra i principii minerali del sangue ed i principii minerali degli alimenti. — Passaggio dei principii minerali del sangue nell'orina e negli escrementi. — Orina acida ed orina alcalina. — Combustione degli acidi organici determinata dell'alcali del sangue. — Presenza dell'acido urico nell'orina. — Acido fosforico nell'orina e negli escrementi. — Sal marino contenuto nel sangue. — Effetti del sal marino sulle sostanze azotate in soluzione sull' urea e sullo zuccaro. — Utilità che deriva dall'aggiungere sale al foraggio. — Maniera con cui le membrane animali si comportano coll'acqua salata.

Nelle due lettere precedenti ho attribuito la facoltà di mantenere la respirazione e la nutrizione ad alcune sostanze contenute nei semi, nelle radici, nei tubercoli, nell' erbe, nei frutti, nella carne. Sembra dunque una contraddizione che nè il caseo, nè la fibra muscolare, nè l' albumina delle uova o del sangue, nè le corrispondenti materie vegetali, nè alcun'altra di queste sostanze, presa isolatamente, non mantengono le funzioni plastiche; che l'amido, lo zuccaro, il grasso, ingeriti soli, non bastano a mantenere la respirazione; che tali sostanze, cosa ancora più straordinaria,

Digitized by Google

possono essere frammiste in qualsivoglia proporzione, senza digerirsi, qualora certi altri corpi non vengano simultaneamente offerti all'organismo; che anzi, senza il concorso di questi ultimi, quelle siano affatto inette alla nutrizione.

Nelle numerose esperienze fatte dai chimici e dai fisiologi, tutti gli animali, che erano stati nutriti con queste sostanze, sole o frammiste, morirono dopo un tempo più o meno lungo, con tutti i caratteri dell'inanizione. Appena assoggettati a questo regime per alcuni giorni, gli animali ricusarono di mangiare, e resistevano alla fame più stringente; poichè sentivano per istinto, che quegli alimenti non producevano nel loro ventricolo maggiore effetto di quello che vi avrebbero prodotto i ciottoli.

Per altra parte, è noto per l'esperienza di tutti i secoli, che la carne ed il pane, soli o mescolati insieme, come anche il latte degli animali, sostengono perfettamente la vita senza il concorso di alcun'altra sostanza; bisogna dunque, che questi alimenti, non meno che le parti vegetali mangiate dagli erbivori e granivori, offrano in giuste proporzioni le altre condizioni indispensabili all'adempimento delle funzioni nutritive.

I mediatori delle funzioni organiche, per cui gli alimenti plastici, come gli alimenti di respirazione, si rendono atti a sostenere la vita, sono le *parti incombustibili*, ossia i *sali del sangue*.

Le parti incombustibili del sangue di tutti gli animali sono identiche quanto alla loro natura ed ai loro caratteri. Ad eccezione delle sostanze accidentali e variabili, il sangue contiene sempre certe quantità di *acido fosforico*, di *alcali* (potassa e soda), di *terre alcaline* (calce, magnesia), di *ossido di ferro* e di *sale marino* (cloruro di sodio).

Tutti questi corpi, prima di divenire parti integranti del sangue, entrano nella composizione degli alimenti. Se egli è vero che il loro concorso sia indispensabile per l'assimilazione degli alimenti nell'economia, è chiaro che nessuna sostanza, che ne sia priva, può mantenere la vita.

Tutte le materie eminentemente nutritive devono adunque contenere tali corpi nelle proporzioni richieste per la

produzione del sangue; ed ove agli alimenti sottraggonsi questi mediatori dell'assimilazione, si tolgono agli alimenti le loro proprietà nutritive.

La chimica analitica somministra le prove più conchiudenti all' appoggio di queste proposizioni: essa infatti dimostra che le mele, le rape, ed in generale le piante mangiate dagli erbivori contengono gli stessi elementi incombustibili, e quasi in egual proporzione, come il sangue di questi animali.

Ceneri di sangue di pecora: acido fosforico 14, 80; alcali 55, 79; terre alcaline 4, 87; acido carbonico 19, 47.

Ceneri di sangue di bue: acido fosforico 14, 043; alcali 59, 97; terre alcaline 3, 64; acido carbonico 18, 85.

Ceneri di cavoli bianchi: acido fosforico 13, 7; alcali 59, 45; terre alcaline 14, 08; acido carbonico 12, 42.

Ceneri di rape: acido fosforico 14, 18; alcali 52, 00; terre alcaline 13, 58; acido carbonico 8, 03.

Ceneri di pomi di terra: acido fosforico 16, 83; alcali 55, 44; terre alcaline 6 74; acido carboni 12, 00.

La composizione di queste ceneri è calcolata in centesimi, fatta la deduzione del sal marino e del ferro: la differenza su 100 è rappresentata da sostanze accidentali, come sono l'acido solforico, la silice ecc.

Ceneri di sangue di cane nutrito di carne: acido fosforico 36, 82; alcali 55, 24; terre alcaline 2, 07; silice, acido solforico 5, 87.

Ceneri di carne di bue nutrito di piselli e di pomi di terra: acido fosforico 42, 03; alcali 43, 95; terre alcaline 6, 17; silice, acido solforico 7, 85.

Ceneri di sangue di maiale: acido solforico 86, 5; alcali 49, 8: terre alcaline 3, 8; silice, acido solforico 9, 9.

Ceneri di piselli: acido fosforico 34, 01; alcali 45, 52; terre alcaline 9, 61; silice, acido solforico 10, 86.

Ceneri di sangue di gallina: acido fosforico 47, 26; alcali 48, 41; terre alcaline 2, 22; silice, acido solforico 2, 11.

Ceneri di segala: acido fosforico 47, 29; alcali 37, 21; terre alcaline 11, 60; silice, acido solforico 3, 90.

Le ceneri del sangue dei granivori hanno la stessa com-

posizione delle ceneri dei grani che essi mangiano: gli elementi incombustibili del sangue dell'uomo e degli animali che prendono un nutrimento misto si contengono parimenti nelle ceneri del pane, della carne e dei legumi. Il carnivoro, nel suo sangue, contiene gli elementi delle ceneri della carne di cui si ciba.

Il sangue di tutti gli animali presenta invariabilmente una reazione alcalina, dovuta alla presenza di un alcali libero, incombustibile.

Tutti gli alimenti che, soli, come il pane e la carne, o frammisti a vegetali, possono mantenere la vita, contengono acido carbonico o fosforico e degli alcali; l'acido fosforico e gli alcali vi si trovano in una proporzione tale, che essendo disciolti, offrirebbero un liquido in cui gli alcali sempre sarebbero prevalenti.

L'intervento necessario di questi alcali liberi, nella formazione e nelle funzioni del sangue, è dimostrato dagli sperimenti precedentemente citati delle accademie francesi; gli animali nudriti di fibrina animale e di caseo morirono d'inanizione, perchè gli alimenti loro offerti non contenevano la proporzione di alcali necessaria alla formazione del sangue. Il formaggio precipitato dal presame (formaggio svizzero), secondo Johnston, su 45 parti di acido fosforico, contiene solo 13, 43 di alcali, e 41 p. di calce e di magnesia.

La carne muscolare spremuta contiene l'acido fosforico e gli alcali in una proporzione tale che, disciolti, offrirebbero un liquido con eccesso di acido fosforico, e non di alcali; se questi due principii potessero simultaneamente divenire parti integranti del sangue, quest'ultimo assumerebbe, non una reazione alcalina, ma una reazione acida.

Ora, un attento esame dimostra che una reazione acida è perfettamente incompatibile colle funzioni che il sangue adempie nella nutrizione e nella respirazione.

L'alcali libero comunica al sangue moltissime proprietà degne di attenzione. L'alcali libero mantiene allo stato liquido le parti essenziali del sangue; l'estrema facilità con cui il sangue si muove pei vasi più sottili, è dovuta alla

poca permeabilità delle pareti di questi vasi rispetto al liquido alcalino.

L'alcali libero del sangue resiste ad una infinità di cagioni che determinerebbero il coagulamento dell'albumina, ove mancasse l'alcali; quanto maggiore quantità di alcali è contenuta nel sangue, tanto più difficilmente l'albumina si coagula, ed anzi, quando l'alcali vi sia in una data proporzione, l' albumina non si coagula più per mezzo del calore.

Finalmente, all'alcali ancora il sangue deve la proprietà di disciogliere gli ossidi di ferro, che fanno parte della sua materia colorante; come anche gli altri ossidi metallici, in modo da presentare con essi de' liquidi perfettamente limpidi.

L'alcali libero esercita soprattutto un'azione importante nelle funzioni di respirazione e di secrezione; lo vedremo parlando dell'orina.

Si spiega l'azione dell'acido fosforico nell'economia animale, quando si consideri che quest'acido entra nella composizione di tutte le parti organizzate del corpo. La sostanza della fibra muscolare, la fibrina del sangue, i tessuti del polmone, del fegato e dei reni, contengono una data quantità di acido fosforico in combinazione chimica.

Le parti incombustibili dei liquidi, di cui è inzuppata la carne, sono gli stessi in tutti gli animali; esse compongonsi di fosfati alcalini, di fosfato di calce e di fosfato di magnesia. Le ossa degli animali vertebrati contengono, come parti incombustibili, più della metà del loro peso di fosfati di calce e di magnesia.

Il cervello e la sostanza nervosa contengono acido fosforico accoppiato con una materia grassa o con un acido grasso, ed in parte combinato con un alcali.

Ceneri con acido fosforico libero: carne di cavallo 2, 62; carne di bue lisciviata 17, 23; cervello di bue 16, 57; giallo d'uovo 36, 74.

Ceneri con fosfati alcalini: carne di cavallo 80, 96; carne di bue lisciviata 48, 06; cervello di bue 74, 41; giallo d'uovo 27, 25.

Ceneri con fosfati terrosi: carne di cavallo 16, 42; carne di bue lisciviata 26, 26: cervello di bue 9, 02; giallo di uovo 34, 70.

I fosfati sono calcolati secondo la formola PHO^5, 2MO. La carne di cavallo proveniva dall'avambraccio di un cavallo magro; fu privata intieramente di sangue, lasciando che l'arteria bracciale se ne vuotasse.

Nello stato attuale della scienza non si può guari esprimere un'opinione positiva sul modo con cui l'acido fosforico interviene nelle funzioni organiche; e ci è d'uopo soltanto di segnalare la necessità del suo intervento nell'organismo, appoggiandoci sulla costante sua presenza in tutti gli umori ed in tutte le parti organizzate.

Molti fatti sembrano indicare che l'acido fosforico, ed i fosfati acidi terrosi possano formare vere combinazioni chimiche coll'albumina e colla sostanza delle membrane, e che quest'ultima debba all'acido fosforico ed a questi fosfati certe particolarità, e sovratutto la sua insolubitità nell'acqua e nei liquidi alcalini. Se, p. e., con qualche precauzione si aggiunga al latte un acido dilungato, finchè scompaia ogni reazione alcalina, e si faccia bollire, il coagulamento effettuasi come col bianco d'uovo. Ma il caseo così precipitato, essenzialmente si distingue dal caseo puro per la sua insolubilità nei liquidi alcalini; lo stesso dicasi del caseo precipitato dal latte pel presame: sono combinazioni del caseo coi fosfati terrosi (calce e magnesia); oppure, se riguardasi la caseina pura come un acido accoppiato coll'acido fosforico, il caseo insolubile è il sale coagulato di quest'acido a base di calce o di magnesia. Quando la colla forte ordinaria si rapprende in gelatina, il fosfato di calce che essa contiene, ha una certa azione in questo fenomeno (63).

È noto che si ottiene la gelatina sottoponendo a prolungata ebollizione nell'acqua le ossa e la pelle degli animali; raffreddandosi, il liquido si rappiglia in soda gelatina; ma quando per qualche tempo si mantenga il liquido nella ebollizione, solo o coll'aggiunta dell'alcali, allora esso perde

la facoltà di rapprendersi in gelatina, intanto che va separando del fosfato di calce.

Noi abbiamo più sopra osservato il modo particolare di agire della fibrina del sangue rispetto all'acido cloridrico. Quando si faccia con quest'acido bollire la fibrina rappresa in forma di gelatina nel liquido cloridrico, essa sciogliesi in liquido che si può filtrare, ed in cui i reattivi indicano la presenza dell'acido fosforico e della calce.

Quando le due sostanze sono separate dalla parte organica della fibrina, quest'ultima è solubile nell'acqua fredda come la gelatina. È verosimile che il coagulamento per mezzo del calore, dell'albumina delle uova e del siero del sangue, è dovuto alla separazione di un alcali ed alla formazione di una nuova combinazione dell'albumina coll'acido fosforico e colla calce, insolubile nell'acqua fredda, negli acidi dilungati e negli alcali.

Le funzioni dell'organismo possono riguardarsi come di due specie: le une si operano col concorso di un eccesso di alcali, le altre con quello di un acido libero.

Tutte le parti solide ed organizzate contengono basi alcaline ed acido fosforico in una proporzione tale che, supponendoli combinati, l'acido fosforico prevale.

Il sangue contiene, in quantità predominante, un alcali incombustibile; ma la linfa ed il chilo offrono anche una reazione alcalina; il che sembra indicare che dall'alcali dipendono le proprietà non solo, ma anche la produzione del sangue.

La formazione delle parti organizzate del corpo non potrebbe comprendersi senza il concorso di un eccesso di acido fosforico.

Simile contrasto osservasi anche nell'uovo; il bianco di uovo, fra i suoi principii minerali, contiene un eccesso di base alcalina, mentre il giallo d'uovo contiene acido fosforico libero.

Ove si paragonino fra di loro gli elementi incombustibili del sangue degli erbivori, dei granivori e dei carnivori, si osservano variazioni molto straordinarie fra le proporzioni di alcali e di acido fosforico.

Il sangue di maiale e di cane ne contengono 36 p. 100; quello di gallina più del 40 p. 100; mentre quello di bue e di pecora non hanno più del 14 al 16 p. 100 di acido fosforico.

Come porre così grandi diversità in armonia colla costanza delle funzioni del sangue? Se gli elementi incombustibili del sangue di bue, nelle proporzioni che li contiene quest'umore, sono indispensabili alle funzioni vitali del bue, come spiegare che il sangue del maiale e del cane, la cui composizione è così differente, possa servire agli stessi usi del sangue degli erbivori? L'analisi infatti non indica alcuna diversità quanto alle proporzioni degli elementi incombustibili contenuti negli organi o nelle parti dell'organismo posti al di fuori dei vasi sanguigni. Mentre le ceneri del sangue di un erbivoro variano assai da quelle del sangue di un carnivoro, e facilmente si distinguono per la proporzione di acido fosforico, ottenuta dall'analisi, è affatto impossibile, per l'esame degli elementi incombustibili, il distinguere la carne di bue da quella di cane o di maiale; le ceneri della carne degli erbivori sono adunque identiche colle ceneri della carne dei carnivori.

Le parti minerali contenute nel liquido di cui è inzuppata la carne di bue, di pecora, di vitello, di maiale, di cane, di volpe, di pesce contengono sempre l'acido fosforico e gli alcali nel rapporto dei pirofosfati. La sostanza solida ed insolubile dei muscoli, dei legamenti, delle membrane, dei tessuti del polmone, e del fegato contiene sempre un eccesso di acido fosforico, talmente che, per l'incinerazione di questa sostanza, producesi costantemente una certa quantità di metafosfati.

Ma se negli erbivori gli organi ed i tessuti, per rapporto agli elementi incombustibili, offrono la stessa composizione come nei carnivori; se la variazione, l'aumento o la diminuzione della proporzione dell'acido fosforico nel sangue, non aumenta nè diminuisce la proporzione di quest'acido nei liquidi dei muscoli e dei tessuti, conviene conchiuderne che l'eccesso dell'acido fosforico che si contiene nel sangue sia privo d'influenza sulle funzioni plastiche.

Il sangue, trasportando a tutte le parti l'acido fosforico di cui hanno bisogno, deve sempre contenere una certa quantità di quest'acido; ma l'acido fosforico, come acido, non esercita alcun'azione sulla formazione del sangue nè sulle funzioni di quest'umore, perchè i suoi caratteri acidi sono intieramente neutralizzati nel sangue dall'eccesso di alcali.

Nella composizione del sangue delle varie classi di animali si osservano delle diversità in due principii, l'acido fosforico e l'acido carbonico; ma tali diversità non hanno influenza sulle proprietà del sangue che conserva i suoi caratteri alcalini. Nel sangue degli erbivori l'alcali è in parte combinato coll'acido carbonico; nel sangue dei carnivori quest' acido è surrogato dall' acido fosforico, senza che ne risulti una mutazione nei caratteri nè nelle funzioni del sangue.

Ecco un quadro di ceneri di sangue analizzate dal sig. Verdeil:

Sangue d'uomo: acido fosforico 31, 787; alcali e terre alcaline 58, 993; acido carbonico 3, 783.

Sangue di vitello: acido fosforico 20, 145; alcali e terre alcaline 66, 578; acido carbonico 9, 848.

Sangue di pecora: acido fosforico 14, 806; alcali e terre alcaline 60, 576; acido carbonico 19, 474.

Da queste analisi si vede che la proporzione dell' acido carbonico cresce a misura che decresce quella dell' acido fosforico. Le differenze fra le qualità di alcali non sono in parte che apparenti, poichè vi si compresero la potassa e la soda, le quali, come è noto, si sostituiscono in quantità assai disuguali. Il sale marino ed il ferro sono diffalcati; il complemento delle 100 parti è rappresentato da sostanze accidentali.

I fosfati alcalini hanno le stesso proprietà dei carbonati alcalini, ed è questo uno dei numerosi fatti che eccitano l'ammirazione dell'osservatore. Infatti, è mirabile che due acidi, uno gazoso ed uno fisso, uno debolissimo e l' altro che è fra i più energici, due acidi così diversi rispetto alla composizione, possano produrre, colle parti costituenti

del sangue cogli alcali, combinazioni dotate dello stesso carattere chimico.

Il fosfato di soda ha sapore e reazione alcalina uguali a quelli del carbonato di soda; la sua soluzione, posta in presenza dell'acido carbonico libero, ne assorbe altrettanto come la soluzione di questo carbonato medesimo, ed al pari di questa, solo con maggior facilità, essa perde l'acido carbonico assorbito, quando lo si agita con aria che si evapora o che si abbandona nel vuoto, conservando del resto la facoltà di riassorbire questo gaz in altre circostanze.

Se è vero che certe funzioni del sangue siano fondate sulle proprietà chimiche, principalmente sull'alcalinità di quest'umore, da quanto precede scorgesi che la sostituzione del carbonato col fosfato alcalino e reciprocamente, non deve avere influenza alcuna, perchè queste variazioni coll'acido combinato coll'alcali non recano alcun pregiudizio alle proprietà chimiche del sangue.

Il sangue è il *terreno* donde sviluppansi tutti gli organi nello stesso modo e colla stessa sostanza di composizione; ma è anche la sorgente del calore animale ed i vasi in cui circola, sono le vie per le quali i prodotti della trasformazione dei tessuti, vale a dire i corpi divenuti inetti alle funzioni vitali, si versano negli apparecchi di secrezione, e finalmente si eliminano dal corpo.

Epperciò, il sangue ha bisogno di riunire tutte le condizioni necessarie: gli abbisognano parti combustibili, che siano gli agenti di trasporto delle attività vitali e producano calore; e parti incombustibili che sieno i mediatori di queste funzioni. Tra queste parti incombustibili, l'acido fosforico, solo fra gli acidi minerali, ha un'azione determinata nelle funzioni plastiche, mentre la formazione del sangue, la produzione del calore e delle secrezioni, sono sottoposte all'influenza chimica di un eccesso di alcali.

L'acido fosforico e l'acido carbonico potendo reciprocamente sostituirsi nel sangue senza modificarne le proprietà, si spiega così perche nell'uomo le vicende di regime vegetale e di regime animale non alterano sensibilmente le funzioni normali dell'economia, quantunque esse producano

un cangiamento nella composizione del sangue riguardo ai principii incombustibili.

Conoscendo la composizione delle ceneri degli alimenti è facile il determinare la natura degli elementi incombustibili contenuti nel sangue, perchè questi sono gli stessi che esistono negli alimenti, e ne derivano immediatamente.

Quando gli alimenti consistono in pane ed in carne, le cui ceneri contengono fosfati senza carbonati, il sangue allora non contiene che fosfati. Quando a questi alimenti si aggiungano pomi di terra, o legumi recenti, il sangue contiene una certa quantità di carbonati. Finalmente quando intieramente al pane od alla carne si sostituiscono frutti, radici o legumi recenti, il sangue umano acquisterà la composizione ed i caratteri del sangue di bue o di montone.

Anche quando nel sangue tali sostituzioni dell'acido fosforico e dell'acido carbonico, per effetto dei cangiamenti di regime, sembrano essere senza effetto sulla formazione del sangue, sulla nutrizione, sulla produzione del calore, nulladimeno modificano essenzialmente le funzioni di secrezione.

È chiaro infatti che allo stato di salute il peso dell'animale non variando, gli alcali, le terre alcaline, i fosfati e l'ossido di ferro, ingeriti dagli alimenti, non possono accumularsi nel corpo, ma vengono eliminati ogni giorno in quantità uguali a quelle che furono introdotte. Due apparecchi effettuano questa eliminazione: i reni ed il tubo intestinale.

Nelle circostanze normali le ceneri dell'orina e degli escrementi solidi sono in proporzione uguale a quella delle sostanze minerali degli alimenti; sol quando il corpo dell'animale cresce di peso, quando i suoi organi sono in via di aumento, l' organismo ritiene certe sostanze minerali degli alimenti; p. e. parte del fosfato di calce.

Quando si conoscono i principii minerali contenuti negli alimenti consumati dall'uomo e dagli animali allo stato di salute, dagli alimenti si può dedurre con certezza mate-

matica la composizione dell'orina e delle feccie, predire quale sarà la reazione dell'orina, ed indicare in quali proporzioni i principii minerali si conterranno nell'orina e nelle feccie.

I principii minerali sono gli stessi nel pane, nella carne, nelle sementi, nelle radici, nei tubercoli, nell'erbe e nei frutti; ma le loro proporzioni variano estremamente in queste sostanze alimentari. Si distinguono facilmente per le loro proprietà.

Gli alcali (potassa e soda), soli o combinati cogli acidi fosforico, solforico e carbonico, sono solubilissimi nell'acqua.

Le terre alcaline (calce e magnesia), combinate allo stato di sale neutro coll'acido carbonico o coll'acido fosforico, sono insolubili nell'acqua.

Le terre alcaline carbonate al contrario si sciolgono nell'acqua contenente acido carbonico libero; i fosfati terrosi sciolgonsi nell'acqua che contiene, sia dell'acido fosforico libero, sia un altro acido minerale od organico.

I corpi precedenti non mancano giammai nelle ceneri degli elementi dell'uomo e degli animali. L'acido fosforico, gli alcali e le terre alcaline (come anche l'ossido di ferro e la silice nel foraggio) vi si contengono come tali prima della combustione; l'acido solforico e l'acido carbonico sono i prodotti della combustione dello zolfo e del carbonio. Quando queste ceneri si pongono in contatto coll'acqua, questa si prende le parti solubili lasciando per residuo le parti insolubili.

Se le ceneri contengono l'acido fosforico e l'acido solforico (come pure la silice) in proporzione tale che questi acidi bastano a neutralizzare gli alcali e le terre alcaline delle medesime ceneri, ecco quanto si ottiene cementando queste coll'acqua:

In soluzione

Acido fosforico (acido solforico)	Potassa. Soda.

Nel residuo

Acido fosforico (Silice)	Calce. Magnesia. Ossido di ferro.

Se le terre alcaline contenute nelle ceneri bastano a saturarne tutto l' acido fosforico, se perciò non v' è sufficiente quantità di acido fosforico per combinarsi cogli alcali, tutto l'acido fosforico rimane nel residuo, ed allora si ha:

In soluzione:

Acido carbonico (acido solforico)	Potassa. Soda.

Nel residuo

Acido fosforico (acido carbonico, silice)	Calce. Magnesia. Ossido di ferro.

Gli alimenti provano nell'organismo la stessa trasformazione come se si bruciassero entro un forno, e, quanto agli elementi incombustibili, vi si opera una divisione perfettamente simile a quella testè indicata.

La digestione rende solubili, per versarle poscia nella circolazione, le parti combustibili ed incombustibili degli alimenti che possono disciogliersi nell' acqua, nei liquidi alcalini o nei liquidi leggermente acidi.

L'ossigeno introdotto dalla respirazione nell' organismo brucia le parti combustibili, converte le sostanze non azotate in acqua ed acido carbonico, le plastiche in acido urico, acido ippurico, urea e lo zolfo di queste ultime in acido solforico.

Quando tali prodotti di combustione, organici e minerali, non sono più atti ad essere ulteriormente impiegati nell'organismo, allora vengono eliminati dagli apparecchi di secrezione, dai reni e dal tubo intestinale. L'orina prende

allora le parti solubili, gli escrementi intestinali, le parti insolubili delle ceneri degli alimenti.

Gli alcali, come anche i prodotti della trasformazione dei tessuti, formanti con essi delle combinazioni solubili, si contengono nell'orina; le altre sostanze minerali trovansi nelle feccie.

Quando gli alimenti consistono in pane ed in carne, le cui ceneri si compongono solo di fosfati, l'orina contiene gli alcali allo stato di fosfati alcalini. Quando l'animale si nutre di radici, di legumi, di frutti, le cui ceneri non contengeno, come parti solubili, che carbonati alcalini, l'orina contiene carbonati alcalini.

I prodotti di combustione che nascono nell'organismo, l'acido solforico, l'acido urico, l'acido ippurico hanno una grande affinità per gli alcali. Ove questi acidi vengano aggiunti ad una soluzione di fosfato di soda ($PHO^5,2MO$) o di carbonato alcalino, essi ripartonsi l'alcali coll'acido fosforico o carbonico; prendendosi una parte della base già in combinazione pongono in libertà una certa quantità di acido fosforico o di acido carbonico.

Lo stesso accade nella secrezione dell'orina per mezzo del sangue. Gli alcali trattengono in combinazione chimica tutti gli acidi che esistono nel sangue o che vi si producono. L'orina dell'uomo e degli animali contiene sempre un acido libero, od un sale acido.

Nella secrezione dell'orina il fosfato alcalino, incontrando l'acido solforico, urico od ippurico, perde una data quantità del suo alcali; una corrispondente quantità di acido fosforico diventa libera, ed il fosfato, il quale sulle prime aveva una reazione alcalina, diventa neutro, od assume una reazione acida. Nel caso in cui le parti solubili delle ceneri degli alimenti si compongano di carbonati alcalini, questi ultimi si combinano coll'acido carbonico libero del sangue, e vengono eliminati dall'orina sotto forma di carbonati acidi a base di alcali.

Ora, siccome i liquidi resi acidi dall'acido fosforico o da un acido non volatile, hanno la proprietà di sciogliere il

fosfato di calce e il fosfato di magnesia; e siccome un liquido che contenga acido carbonico offre la stessa facoltà dissolvente rispetto al carbonato di calce ed al carbonato di magnesia, perciò l'orina acidificata dall' acido fosforico deve sempre contenere in soluzione dei fosfati terrosi, e l'orina, acidificata dall'acido carbonico, conterrà dei carbonati terrosi.

Composizione dell'orina in seguito di un vitto animale (consistendo gli alimenti in carne, pane, piselli, fagiuoli, lenticchie).

Acido fosforico libero;
Fosfato di calce;
Fosfato di magnesia;
Fosfati, Solfati, Urati, Ippurati } a base di alcali.

Reazione acida persistente. L'orina acida contiene ordinariamente acido urico.

Composizione dell'orina in seguito di un regime vegetale (consistendo gli alimenti in fieno, trifoglio, pomi di terra ecc.)

Acido carbonico libero;
Carbonato di calce;
Carbonato di magnesia;
Carbonati, Ippurati, Solfati } a base di alcali.
Reazione acida passeggera.
Reazione alcalina persistente.

L' orina alcalina non contiene acido fosforico nè acido urico.

Da quanto precede risulta che i caratteri acidi, alcalini o neutri dell'orina dell'uomo e degli animali, allo stato di

salute, e la presenza dell'acido fosforico, dell'acido urico, dei fosfati e dei carbonati alcalini nell'orina dipendono intieramente dalla composizione delle ceneri degli alimenti.

L'orina di un maiale nudrito con pomi di terra è alcalina: poichè l'animale riceve per nutrimento grano o piselli, la sua orina diviene acida. Così dicasi dell'orina umana: ordinariamente acida, questa si fa neutra od alcalina quando l'uomo al suo nutrimento aggiunge date proporzioni di frutti sapidi, ciliegie, mele, di radici, di pomi di terra o di legumi verdi.

I sali contenuti nell' orina vengono separati dal sangue per mezzo dei reni; essi fanno adunque prima parte della composizione del sangue. Infatti, ove si paragonino le sostanze minerali dell'orina con quelle del sangue, si scorge appena una differenza fra i due liquidi riguardo alla quantità dei sali a base alcalina.

Analisi dell'orina, fatta deduzione del sal marino, eseguita a Giessen dal sig. Porter.

Acido fosforico . .	34, 24.
Alcali	47, 76.
(in questa cifra 4, 06 di soda sono calcolati come potassa).	
Terre alcaline . . .	7, 62.
Acido fosforico, silice	12, 38.

Analisi fatta a Berlino dal sig. Fleitmann.

Acido fosforico . .	34, 03.
Alcali	48, 03.
Terre alcaline . . .	9, 02.
Acido fosforico, silice	8, 92.

Ora, riducendo in cenere il sangue e l'orina dello stesso individuo allo stato di salute, e lisciviando le ceneri con acqua, non si scorgerà differenza fra i sali solubili del sangue e quelli dell'orina; ed è assai verisimile che questa

identità si estenda anche alle proporzioni relative di questi sali.

Ciò permette di sperare che per lo avvenire una semplice operazione chimica potrà far conoscere la composizione del sangue col mezzo della composizione dell' orina. Alcuni sperimenti comparativi sul sangue e sull'orina, nelle varie malattie, somministreranno al medico mezzi di diagnosi preziosissimi per determinare le alterazioni del sangue, ed apprezzare l'influenza che tali alterazioni esercitano sulle funzioni vitali più importanti.

Non fa d'uopo l'essere tanto avanti nella chimica per comprendere che la spiegazione dei rapporti di dipendenza fra le funzioni del sangue ed i principii minerali forma la base dell'arte di guarire e della fisiologia. Sarebbe adunque assurdo il pensare ad una medicina razionale prima di avere poste queste fondamenta che abbracciano tutti i problemi dell'economia animale. D'altronde è dimostrato pel chimico che l'alcalinità del sangue è una fra le prime e più importanti condizioni della combustione, della produzione del calore e della trasformazione dei tessuti organici.

Moltissimi composti organici che, soli alla temperatura ordinaria od a quella dell'organismo animale, mancano intieramente della proprietà di combinarsi coll'ossigeno, vale a dire, di bruciarsi, acquistano tale proprietà quando si pongono in contatto con un alcali libero (Chevreul).

Quest' influenza degli alcali è sovratutto evidente colle materie coloranti che si scolorano, o con certe sostanze prive di colore, che allora si scolorano e si distruggono.

Il carmino, una fra le sostanze coloranti più ferme, la materia colorante del legno di campeccio e del legno del Brasile, la materia colorante del sangue, si sciolgono nella potassa caustica e si conservano inalterate per mesi intieri; ma poichè a questa soluzione si fa pervenire aria od ossigeno, il gaz è rapidamente assorbito, e le materie coloranti si distruggrno (Chevreul).

La soluzione scolorata dell'acido gallico e dell'acido pirogallico si colora di rosso carico alla presenza della po-

tassa ed in contatto coll'aria, e si distrugge dopo alcuni minuti: l'alcool stesso si ossida e s'imbrunisce alla temperatura ordinaria, quando contiene dell'alcali libero.

Lo zuccaro di latte e lo zuccaro d'uva, in presenza degli alcali, tolgono anche l'ossigeno agli ossidi metallici, alla temperatura ordinaria.

Un simile effetto è prodotto dagli alcali nel sangue: essi favoriscono ed aumentano la combustibilità degli agenti di respirazione.

Quest' influenza degli alcali è molto segnalata coi sali degli acidi organici introdotti nella circolazione. Già da lungo tempo si era osservato che l'orina diviene alcalina quando si mangiano frutti sapidi, ciliegie, fragole, mele, ecc.; tutti questi frutti, come anche il sugo delle uve, dei tubercoli e delle erbe, contengono degli alcali allo stato di sali od acidi vegetali, ordinariamente allo stato di malati, di citrati o di tartrati. Ora, dalle ricerche dei signori Gilberto, Blanc, e Voehler risulta che i sali precedenti, presi isolatamente, si comportano come i sali contenuti nelle varie parti vegetali: ingeriti per la bocca e sotto forma di clistere, il citrato, il tartrato, il malato, l'acetato di potassa, ricompaiono nell' orina sotto forma di carbonato.

Gli acidi di questi sali, essendo introdotti nel sangue sotto forma di combinazione neutra od acida si bruciano così compiutamente come nell' apparecchio di combustione più perfetto. I carbonati alcalini contenuti nell'orina degli erbivori traggono la loro origine dalla medesima sorgente; essi provengono dai sali organici a base di alcali contenuto negli alimenti.

Si è anche pel contatto di un alcali che l'acido urico si brucia nell'organismo. L'orina dei conigli, ai quali si erano amministrate forti dosi di acido urico sotto forma di urato di potassa (2 grammi a 2 1|2) non conteneva più acido urico: quest'acido si era convertito in acido ossalico ed urea, la cui quantità era almeno quintupla della quantità d'urea contenuta nell'orina normale (Frerichs). Ora, l'urea,

come è noto, rappresenta dell'acido carbonico in cui la metà dell' ossigeno è surrogata dal suo equivalente di amidogeno (NH^2).

La cagione dell'estrema combustibilità di queste sostanze nell' organismo è manifestamente dovuta all' alcalinità del sangue, come lo provano i fatti più semplici.

Gli erbivori consumano nei loro alimenti una grande quantità di acidi liberi che sono distrutti nella circolazione e scompaiono come gli acidi combinati cogli alcali; si produce senza dubbio nel loro organismo ed in quello dei carnivori, acido urico, come prodotto di una combustione imperfetta delle sostanze plastiche; ma allo stato di salute, quest'acido urico non si mostra mai nell'orina di questi animali, ricca di alcali libero.

Questo fenomeno si spiega in modo soddisfacente per la presenza dei carbonati alcalini nel sangue. Gli acidi vegetali introdotti nel sangue, o l'acido urico prodotto dalla trasformazione dei tessuti, scompongono i carbonati alcalini e formano sali neutri che vengono bentosto scomposti dall'ossigeno circolante nell'organismo; l'acido carbonico, divenuto libero, si elimina dal polmone.

Gli stessi acidi organici che, allo stato di sali, cioè *accompagnati con basi alcaline*, scompaiono così rapidamente nel sangue dell'uomo, questi stessi acidi ricompaiono inalterati nell'orina, qualora essi vengano ingeriti *senza questi alcali*; anche i più combustibili fra di loro, come l' acido tartarico e l' acido gallico, non si bruciano sotto questa forma nell'organismo.

Si può facilmente ritrovare l'acido gallico nell'orina col mezzo dei sali di ferro, coi quali esso produce un liquido nero come inchiostro.

La causa di questa incombustibilità è adunque la *mancanza dell'alcali libero*, di quest'agente dell'ossigenazione.

Non si trova carbonato alcalino nel sangue dell' uomo ed in quello del cane, con cui un gran numero di questi sperimenti furono fatti; ma contiene del fosfato a base di alcali.

Ora, egli è certo che l'ingestione dei sali vegetali neutri

non altera l'alcalinità di questo sangue, mentre l'ingestione degli acidi liberi, i quali s'impadroniscono di una parte dell'alcali, deve porre in libertà una data quantità dell'acido fosforico combinato coll'alcali.

Quest'acido fosforico, non essendo gazoso come l'acido carbonico, non può eliminarsi per mezzo della respirazione, e resta perciò nel sangue finchè una causa qualunque ne lo espella.

Probabilmente, la parte del sangue dove arrivano gli acidi organici perde sulle prime le sue alcalinità, assume anzi in modo passeggero una reazione acida (reazione che i reni nuovamente neutralizzano), ed in seguito di tale stato del sangue, gli acidi organici, di cui parlo, non si bruciano più nella circolazione. Infatti, se il sangue dopo di avere sciolto l'acido gallico restasse alcalino, quest'acido sarebbe infallibilmente distrutto, perchè non può esistere alla presenza dell'ossigeno e di un alcali.

Le particolari proprietà che il sangue dell'uomo e degli animali carnivori deve alla grande proporzione di acido fosforico, si mostrano in modo segnalato nelle secrezioni. L'acido fosforico combinato coll'alcali oppone una certa resistenza all'azione chimica di quest'alcali; tale resistenza non si manifesta nel sangue degli erbivori.

La presenza dell'acido fosforico nel sangue dei carnivori è in uno stretto rapporto colla persistente acidità dell'orina e colla secrezione dell'acido urico, mentre la disparizione di quest'acido urico si connette direttamente colla predominante alcalinità del sangue negli erbivori.

La presenza dell'acido carbonico libero nell'urina degli erbivori è determinata in gran parte per l'affinità del carbonato alcalino per l'acido carbonico; la presenza di altri acidi nell'urina degli stessi animali è manifestamente una delle condizioni necessarie alla conservazione dell'alcalinità del sangue.

Supponiamo che un perturbamento nelle funzioni renali sospenda la secrezione di questi acidi, che una trasmutazione rapida ed innormale dei tessuti (un'infiammazione, una febbre) ponga in libertà l'acido fosforico degli organi

per mescerlo col sangue: questo cangiamento nell'alcalinità del sangue aumenterà immediatamente la secrezione dell'acido urico e modificherà la respirazione.

Quindi si comprendono gli effetti, spesso maravigliosi, ottenuti dai medici nella guarigione di molte malattie da un adatto regime, e mediante una ragionata scelta degli alimenti, l'uso delle acque minerali, del siero di latte, ecc.

Quando nell'alimentazione ordinaria la carne ed il pane sono surrogati da un regime vegetale, da frutti sapidi, ne resta senza dubbio modificata la composizione chimica del sangue; ma la modificazione non altera le sue parti organiche o combustibili. In fatti la fibrina e l'albumina del sangue di bue non differiscono punto dalla fibrina del sangue degli erbivori e dei granivori. Ma questo cangiamento di regime modifica le parti incombustibili del sangue: esso neutralizza l'influenza perturbatrice dell'acido fosforico o del fosfato alcalino (come nelle malattie tifoidee ed infiammatorie), sostituendovi del carbonato alcalino.

Non esiste certamente fatto che manifesti più chiaramente l'azione del tubo intestinale, come organo di secrezione, quanto l'assenza del ferro nell'urina in generale, e dei fosfati nell'urina degli erbivori.

L'urina non può contenere alcuna sostanza insolubile in questo liquido; il fosfato di calce ed il fosfato di magnesia mancano dunque nell'urina di vacca e di cavallo, perchè un liquido così saturo di carbonati alcalini e di carbonati terrosi non ha verun potere sciogliente sui fosfati terrosi.

Infatti, una dissoluzione di carbonato di calce nell'acqua satura di acido carbonico e dilungata con acqua di pozzo sì che il carbonato di potassa o di soda non vi produca più alcun precipitato, s'intorbida immediatamente per deposito di fosfato di calce quando si aggiunga una quantità anche minima di fosfato di soda.

Non si trova punto d'acido fosforico nell'urina di cavallo, nè in quella di vacca, sebbene questi animali consumino ogni giorno una grande quantità d'acido fosforico sotto la forma di fosfati alcalini solubili, che poi vengono assimilati dal sangue.

Ecco il risultato dell'urina (dedotto il sal marino) e degli escrementi intestinali:

	Urina (Arzbaecker)		Escrementi intestinali (Buchner)	
	Cavallo	Vacca	Cavallo	Vacca
Potassa	28,97	56,74	9,33	17,15
Soda	»	1,31	0,61	6,30
Acido carbonico	27,28	31,04	»	»
Calce	27,75	1,74	5,22	7,31
Magnesia	4,22	4,09	2,03	4,50
Ossido di ferro	0,79	0,31	2,03	3,34
Acido solforico	6,43	4,63	3,92	3,23
Silice	»	»	59,96	41,00
Acido fosforico	»	»	7,92	17,05
	100,00	100,00	100,00	100,00

Si sono analizzati anche i foraggi. Il cavallo riceveva quotidianamente chilogrammi 175 di paglia di frumento; la vacca circa 26 chilogrammi di residui di pomi di terra, per mezzo della fermentazione, privati delle sostanze amilacee, 6 chilogrammi di paglia di segala, 1 chilogramma di avena, 0,9 di paglia di piselli, 0,5 di paglia d'avena, 0,5 di paglia d'orzo, 6 chilogrammi di barbabietole. All'analisi delle ceneri dell'avena, del fieno e di questi residui il signor Porter ottenne il risultato seguente:

	Fieno	Avena	Residui di pomi di terra fermentati	Parti solubili nell'acqua ecc.
Potassa	20,08	12,94	38,52	54,18
Soda	10,84	2,02	4,47	6,17
Acido fosforico	17,35	15,43	16,78	11,99
Calce	8,24	3,00	5,19	»
Magnesia	4,00	7,08	7,33	»
Ossido di ferro	1,82	0,60	1,50	»
Acido solforico	2,10	0,49	6,10	8,72
Sal marino	5,09	»	4,00	5,91
Silice	30,00	53,97	2,84	12,12
Acido carbonico	0,67	»	12,27	»
	100,00	100,00	100,00	100,00

Dai quadri precedenti si vede come la composizione dell'urina e degli escrementi intestinali dimostri che tutto l'acido fosforico degli alimenti si ritrova in questi ultimi allo stato di fosfato calcare e di fosfato di magnesia (PHO^5, 2MO). Tutto l'acido fosforico, divenuto libero in seguito delle trasformazioni organiche; e che non può eliminarsi dai reni per la natura chimica dell'urina, passa dunque dal sangue nel tubo intestinale; epperciò il tubo intestinale eseguisce in parte le funzioni dei reni come organo di secrezione. Chimicamente ed anatomicamente parlando, è difficile di rendersi chiaramente ragione di tale sostituzione di funzioni; ma sussiste pertanto, come lo provano certi casi morbosi (la diarrea per esempio). Il non potere spiegare questo fatto non nuoce alla sua verità.

Oltre le sostanze minerali già nominate, il sangue dell'uomo e degli animali contiene una data quantità di *sale marino* e di *ferro*.

La proporzione del sale marino supera ordinariamente la metà del peso degli altri principii minerali riuniti.

La varietà degli alimenti non ha influenza sensibile sulla proporzione del sale marino nel sangue. Il sangue di un cane, nutrito per diciotto giorni di carne, conteneva la stessa

quantità di sale marino, come dopo di essere stato per venti giorni nutrito di pane.

La quantità di sale marino contenuta nel sangue dell'uomo, di montone, di maiale, di bue, di vitello, ammonta a 50 oppure a 60 centesimi del peso totale delle ceneri. Le varietà osservate a questo riguardo nelle indicazioni delle analisi provengono sia da una certa deperdizione del sale marino, difficile ad evitarsi nell'incineramento del sangue, sia dall'influenza che sulle proporzioni del sale marino esercitano le variazioni degli altri principii minerali del sangue, dell'acido fosforico o carbonico.

Questa grande quantità di sale marino nel sangue è assai considerevole e merita che se ne determini l'azione. È inutile il rammentare che essa deriva tutta quanta dagli alimenti. Ma, ove si paragonino le ceneri dei vegetali, di cui si nutrono il cavallo e la vacca, colle ceneri del sangue di questi animali, si scorge un gran divario: la proporzione di sale contenuta nel sangue è assai maggiore, presso dieci volte maggiore di quella che è contenuta nel foraggio. Così anche, paragonando le ceneri dell'urina, si vede che queste contengono sempre minore quantità di sale marino che le ceneri del sangue; la proporzione di sale marino dell'urina corrisponde a quella degli alimenti. Questi fatti sembrano indicare nei vasi sanguigni un' azione particolare che insieme resiste alla diminuzione ed all'aumento del sale marino (perchè la proporzione non supera un dato limite); il sale marino non sarebbe dunque pel sangue un principio accidentale, ma costante, e vi si troverebbe in una proporzione invariabile fino ad un certo punto.

Fra gli alimenti del regno vegetale i semi contengono minore quantità di sale marino; fra le piante del continente europeo i legumi e l' erba dei prati (sovratutto il *Lolium perenne*) ne contengono meno. Non è facile il determinare l' azione del sale marino nell' organismo con precisione uguale a quella con cui si determinò l' azione dell' acido fosforico o della calce, perchè questo sale non fa, come quelli, parte dei tessuti organici. Il sale marino è il mediatore di alcune funzioni generali, e pe'suoi elementi non

partecipa alla formazione degli organi. Nessun organo, infatti, contiene del cloro in chimica combinazione, mentre tutti i liquidi dell'organismo ne contengono.

I due elementi del sale marino trovansi in varie parti, ma separatamente negli animali che, come quelli del continente europeo, non ingeriscono cogli alimenti fuorchè sali di potassa, senz'altro cloruro o sale di soda, eccetto che il sale marino.

Il liquido ond'è inzuppato tutto il sistema muscolare contiene molto cloro, combinato, non col sodio ma col potassio; questo cloro deriva dal sal marino. La bile degli animali terrestri contiene una notevole quantità di soda, il cui metallo, il sodio, ha la medesima origine. Nel sangue del cavallo, della vacca, e degli erbivori in generale, la proporzione del carbonato di soda è doppia, ed anche tripla di quella del carbonato di potassa. La costanza di queste proporzioni dimostra che il sodio, o la soda, esercita un'azione definita nelle funzioni del sangue, il potassio, o la potassa, in quelle del sistema muscolare, senza che questi corpi, comechè si rassomiglino possano tuttavia sempre sostituirsi a vicenda.

Nel sangue dell'uomo e dei granivori, il fosfato di potassa è sempre accompagnato dal sal marino: ora, questi due sali non possono coesistere senza scomporsi reciprocamente in cloruro di potassio ed in fosfato di soda, le cui proprietà chimiche assai rassomigliano a quelle del carbonato della stessa base. Quando si mesce una soluzione alquanto concentrata di fosfato di potassa con una soluzione di sal marino, abbandonando al riposo la mescolanza, vi si depongono bentosto, a freddo, cristalli di fosfato di soda.

Se inoltre si consideri che l'acido, al quale il sugo gastrico deve spesso la sua attività, è l' acido cloridrico, il quale proviene dal salmarino, non si potrà rivocare in dubbio l'importanza di questo sale nelle funzioni vitali, e la necessità della sua presenza negli alimenti dell' uomo e degli animali.

L'azione esercitata dall'acido cloridrico sulle parti plastiche degli alimenti è notevolissima. Il glutine dei cereali

e la fibrina animale, p. es., si sciolgono facilmente e prontamente, alla temperatura del corpo, in un' acqua leggermente acidulata con acido cloridrico; questa solubilità, invece di crescere, si diminuisce aggiungendo dell' acido; talmentechè tutta la materia è precipitata dall'acido cloridrico concentrato. Una soluzione di sal marino agisce come l'acido cloridrico.

La stessa acqua che, per l'aggiunta di un millesimo di acido cloridrico, scioglie perfettamente le suddette sostanze plastiche, perde la sua facoltà sciogliente per opera di poco più che 3 centesime parti di sal marino; infatti, per mezzo di una soluzione di questo sale si può precipitare intieramente una soluzione acida di glutine, o di fibrina vegetale: le antiche esperienze, fatte da Prout e Gmelin a questo proposito, furono recentemente confermate, in molti casi, dal dottore Schmidt, di Dorpat.

Le cose precedenti non sono le sole, per cui si giustifichi la frequenza e la diffusione del sal marino nell'economia animale; questo sale è probabilissimamente il mediatore, anzi il movente di certe azioni organiche. Le sue proprietà lo rendono particolarmente atto ad un simile officio.

Infatti, il sal marino ha la strordinaria proprietà di formare coll'urea una bella combinazione cristallizzata in grossi prismi romboidali, limpidi; questa combinazione si trova sempre nell'orina che contiene del sal marino. Trovasi anzi l'urea, insieme col sal marino, nell'umor vitreo dell'occhio. Per la sua combinazione col sal marino, l'urea perde certe proprietà, di cui è dotata in quantità di materia organica. Ulteriori sperimenti, più esatti, forse dimostreranno rapporti più stretti fra la mancanza del sal marino nel sistema muscolare, non meno che dell'urea, prodotto ultimo delle trasformazioni organiche, e l' apparizione simultanea di questi due corpi nel sangue e nell'orina.

Fra gli altri sali, non v'ha che i nitrati, i quali formino coll'urea simili combinazioni. La combinazione dell'urea e di sal marino è sovente causa, per cui non si precipita il nitrato d'urea nell'orine alquanto concentrata, aggiungen-

dovi l'acido nitrico, e che, nell'orina più concentrata, vi resta sempre in soluzione maggior quantità d'urea di quello che si richiede perchè corrisponda alla solubilità del nitrato d'urea.

Ricordiamoci che l'istinto fa sì che noi aggiungiamo più di sale agli alimenti amilacei che agli altri; che quasi niuno potrebbe mangiare pomi di terra senza sale: non avrebbe ciò qualche attinenza colla singolare combinazione formata dal sal marino collo zuccaro d'uva prodotto della digestione? È noto, almeno, che l'urina dei diabetici contiene per l'ordinario questa conbinazione; la presenza del sal marino esercita probabilmente anche un'influenza sulla secrezione dello zuccaro.

È questo il momento di trattare una questione, che gli agronomi si provarono di risolvere a loro modo; voglio parlare dell'influenza del sale nell' alimentazione dei bestiami. I risultamenti delle preziose sperienze del signor Boussingault mi sembrano, sotto questo aspetto, chiarissimi e perentorii. L'aggiunta del sale ai foraggi restò senza effetto sulla produzione della carne, del grasso e del latte; ma, secondo Boussingault, sembra che eserciti una favorevole azione sull'aspetto e sulla qualità dei bestiami. Dopo i primi 15 giorni, le due serie di animali (ciascuna di tre tori), su cui egli sperimentava, non offrivano ancora un molto segnalato divario nel loro aspetto, ma nel mese successivo la diversità cominciò a farsi manifesta, anche ad occhio poco avvezzo; negli animali delle due serie, il tatto indicava bensì una pelle fina, ma il pelo dei tori, che avevano ricevuto del sale, era lucente e liscio, mentre il pelo degli altri era oscuro ed arruffato. Di mano in mano che si prolungava l'esperienza, tali caratteri divenivano sempre più distinti; così, i tori della seconda serie, dopo di essere stati privi di sale marino per un anno, avevano un pelo ispido, rado sì che lasciava qua e là trasparire la pelle a nudo; quelli della prima serie, al contrario, conservavano l'aspetto degli animali della stalla; la loro vivacità, ed i frequenti indizii del bisogno, che avevano, di muoversi contrastavano coll'andatura lenta, e colla tardità del tem-

peramento che si osservava nella seconda serie. Non v' ha dubbio, continua il signor Boussingault, che sul mercato, si sarebbe ottenuto un miglior prezzo dei tori, allevati sotto l'influenza del sale.

Questi sperimenti sono decisivi. Nei tori, che non avevano ricevuto che il sale contenuto naturalmente nel foraggio, tale quantità era insufficiente per le funzioni di secrezione; mancava anche l' agente di trasporto per certe sostanze che, fuori del corpo, inspirano ripugnanza, e di cui erano ripieni il sangue, la carne e tutti gli umori: perchè l'esteriore della pelle riflette lo stato interno del corpo. Gli altri tori, per l'aggiunta del sale al foraggio, avevano ricevuto il mezzo (indispensabile nello stato in cui si trovavano) di resistere ai perturbamenti prodotti nell' organismo da influenze esterne. Il corpo dei primi tori rispetto alla facilità con cui poteva contrarre una malattia, può paragonarsi ad un focolare ripieno di materiali molto combustibili ed al quale altro non manca fuorchè una scintilla per prender fuoco e consumarsi.

L'effetto del sale non consiste punto nel produrre carne, ma nel neutralizzare le condizioni non favorevoli a questa produzione, che risultano necessariamente dello stato innormale in cui si trova l'animale posto all'ingrasso. Non si potrebbe adunque abbastanza apprezzare l' utilità del sale in queste circostanze.

Alcuni agronomi interpretano altrimenti le esperienze or ora accennate. Siccome l'impiego del sale non procura ad essi un benefizio diretto, un aumento di carne in compenso della spesa del sale, ne conchiudono che il sale è affatto inutile, e perfino allegano questi esperimenti per dichiararsi contro l'abolizione dell'imposta sul sale, contro l'abolizione della più odiosa, della più insensata fra tutte le imposizioni. L' istinto del montone e del bue attesta assai maggior sapienza, di quanto se ne trovi non di rado nei concetti dell'uomo, il quale ha la pretensione di riassumere in sè la suprema bontà e la suprema ragione.

Oltre alle sue proprietà chimiche, il sal marino possiede anche un carattere fisico, che gli acquista una particolare

importanza per le funzioni vitali; poichè gli altri sali, che hanno lo stesso carattere, non fanno ordinariamente parte degli alimenti dell'uomo e degli animali.

Questo carattere può porsi in evidenza col mezzo di un semplicissimo apparecchio.

Quando sull' orifizio di un tubo di vetro, lungo quattro o sei pollici, e di 1|4 di pollice per diametro si leghi una membrana rammollita nell'acqua, (p. e.. un pezzo d'intestino, o di vescica), si riempia mezzo tubo d' acqua di pozzo, e si collochi in un bicchiere contenente la stessa acqua, talmente che i due livelli trovinsi allo stesso piano, non si osserva il minimo cangiamento nell'altezza dei due liquidi, dopo ore e giorni assai. Ma qualora aggiungansi alcuni grani di sal marino all'acqua contenuta nel tubo chiuso dalla membrana, dopo alcuni minuti si vedrà il livello del liquido innalzarsi sopra il livello esterno dell'acqua contenuta nel bicchiere. Ove aggiungasi parimenti del sal marino a quest'ultima in proporzione uguale a quella dell'acqua del tubo, niun divario si manifesterà fra i due livelli; ma se la quantità di sale aggiunta all'acqua del bicchiere è superiore alla quantità aggiunta all'acqua del tubo, ne seguirà una differenza in senso inverso dalla precedente, l'acqua del tubo discenderà, mentre quella del vetro salirà.

Così, l'acqua del pozzo passa verso l' acqua salata, l' acqua povera di sale passa verso l'acqua ricca di sale, come se la pressione esterna la spingesse attraverso la membrana in senso contrario del peso.

Una semplice addizione di sale all'acqua comunica dunque le proprietà di una tromba a tubo munito della membrana. Questo, in certi casi, assorbe l'acqua con una forza equivalente alla pressione di una colonna di mercurio di due o tre pollici.

Quando si chiuda il tubo con una membrana sottilissima, e, dopo di averla riempita per la metà di sangue di bue sfibrinato, la si disponga, come si è detto sopra, in un vetro contenente acqua calda (da 37 a 38 gradi centigradi), si vede, dopo alcuni istanti, il sangue ascendere come l'acqua salata, perchè l'acqua passa verso il sangue.

Possiamo assicurarci che sono i sali del siero che hanno gran parte a questo assorbimento, introducendo nel tubo il liquido separato per espressione dal sangue coagulato a caldo e che contiene il sal marino e gli altri sali del sangue. Allora si producono gli stessi fenomeni.

La facoltà posseduta dalla membrana di far passare l'acqua dal lato ove si trova il sale, dipende perciò dal sale; quando i liquidi contengono nei due lati la stessa quantità di sale, allora non si effettua stravasamento; il liquido si spande sempre dalla parte dove trovasi il sale, e tanto più rapidamente, quanto è maggiore la differenza tra le proporzioni di sale dei due liquidi.

Se alla soluzione di sal marino aggiungasi un alcali libero, un carbonato od un fosfato alcalino, la sua facoltà di assorbimento ne resta notabilmente accresciuta; se il liquido esterno sia leggermente acido, e l'acqua salata contenuta nel tubo sia invece alcalina, lo scolo si opera più rapidamente dal liquido acido verso il liquido alcalino.

Questi curiosi sperimenti offriranno a chiunque vorrà ripeterli una chiarissima idea dell'assorbimento nell'organismo animale.

L'organismo infatti riunisce tutte le condizioni perchè i vasi divengano, per mezzo del sangue, una perfetta tromba aspirante, che agisce senza chiavetta nè valvola, senza pressione meccanica, senza canali particolari per lo scolo dei liquidi.

La soluzione degli alimenti che si effettua nel ventricolo dalla digestione è acida, mentre il sangue è un liquido salato insieme ed alcalino. Tutto l'apparechio digerente è circondato da un sistema di vasi ramificato all'infinito, nel quale il sangue si muove con estrema velocità; l'acqua che vi s'infiltra è immediatamente separata dagli organi urinarii, ed il sangue si mantiene così sempre al medesimo stato di concentramento.

Quindi è facile il comprendere l'effetto prodotto nell'organismo dall'acqua più o meno satura di sale.

Quando prendasi a digiuno, da dieci in dieci minuti, un bicchiere di acqua comune di pozzo, in cui la proporzione

del sale è assai minore che nel sangue, già fin dall'ingestione del secondo bicchiere (estimato a 120 gramme) si elimina una data quantità di orina colorata, il cui volume è sensibilmente uguale a quello del primo bicchiere d'acqua bevuta. Si bevano così venti bicchieri e si avranno diciannove emissioni d'orina, di cui l'ultima sarà quasi priva di colore, e conterrà appena un poco più di sale che l'acqua del pozzo.

Qualora si faccia la stessa esperienza con acqua di pozzo cui siasi aggiunta una quantità di sal marino ad un dipresso uguale a quella che contiensi nel sangue (3|4 ad 1 p. 100), non succede alcuna evacuazione straordinaria, ma non si possono guari prendere più di tre bicchieri di una simile acqua, senza provare una sensazione di pienezza, di pressione e di peso al ventricolo; il che indica che l'acqua contenente una proporzione di sale pari a quella del sangue, richiede un tempo assai maggiore per essere assorbita dai vasi sanguigni.

Finalmente, quando s'inghiottisca dell'acqua salata contenente un poco più di sale di quanto ne contenga il sale, allora succede un fenomeno contrario all'assorbimento; succede cioè una evacuazione.

La facoltà di cui sono dotati i vasi sanguigni di assorbire acqua varia adunque secondo che questa è più o meno salata. Se l'acqua contiene minor quantità di sale che il sangue, allora è assorbita con grande rapidità; se ne contiene altrettanto, si fa un equilibrio; se ne contiene di più, allora non viene eliminata dai reni come l'acqua poco salata, ma bensì dal tubo intestinale.

Il sale marino è divenuto un oggetto di prima necessità anche per le nazioni meno civili; ed in molti paesi esso forma una fra le più stimate mercanzie. Esso tien lungo di danaro in molte contrade dell'Africa, dove si fa traffico d'uomini con del sale, particolarmente presso i Gallahs e sulla costa di Sierra Leone. Nelle vicinanze di Akra, sulla Costa d'oro, si offre uno ed anche due schiavi per un pugno di sale, che è la cosa più stimata dopo l'oro. Poche nazioni si astengono intieramente dall' uso del sale. Nei

paesi montuosi dell'interno dell'Africa, il sale è così caro, per la difficoltà di trasporto, che esso non è più accessibile alle persone meno agiate.

Mungo-Park riferisce che presso i Mandingo ed altre tribù nere l'espressione « colui condisce i suoi cibi con sale » vuol dire « egli è uomo ricco ». Egli stesso racconta di essere stato per qualche tempo costretto ad estenersi dal sale, e narra quanta brama ne sentisse, dovendo inoltre assoggettarsi ad un regime vegetale. Calliè assicura che gli abitanti di Rankan non salano che raramente i loro alimenti, perchè il sale è presso di loro un oggetto di lusso; solo in alcune solennità ne fanno uso i Neri Mandingo e Bamboras.

Vi esistono paesi in cui bisogna offrir sale agli animali per conservarli in vita. Così, secondo il sig. Warden, gli animali domestici morrebbero nel Brasile settentrionale, qualora ad essi non si offrisse una certa quantità di sale o di sabbia salata. Il sig. Roulin narra un fatto simile per la Colombia; quando i bestiami non trovano sale nei foraggi, nell'acqua o nella terra, le femmine divengono meno feconde, ed il bestiame diminuisce rapidamente.

In una dissertazione coronata dall'accademia di medicina di Brusselles, il dottor Saive afferma che il sal marino aumenta la fecondità dei maschi e delle femmine, e duplica i mezzi di nutrizione del feto. Durante l'allattamento, ei dice, il sale ricevuto dalla madre rende il lattante più robusto, il latte più copioso e più nutriente; il sale accelera la cresciuta e rende più fina la lana dei montoni; la carne degli animali che ingeriscono molto sale è più sapida, più nutritiva e più facile a digerirsi che la carne dei carnivori i quali non ricevono sale nei loro alimenti.

DISCORSO

PRONUNCIATO

DA GIUSTO LIEBIG

IN OCCASIONE

CHE APERSE IL CORSO DI CHIMICA SPERIMENTALE

Nell' Università di Monaco

Digitized by Google

Digitized by Google

La natura, io devo supporre, che in questo momento sia per la maggior parte di voi un libro scritto con cifre non conosciute; libro che voi volete intendere e studiare; le parole, i segni, coi quali essa ci parla, sono però cifre di speciale natura, e sono singolari fenomeni che voi dovete apprendere. Una serie di questi fenomeni, i quali si manifestano per la combinazione di un piccolo numero di corpi con altri, possono da voi riguardarsi a guisa di alfabeto con cui diciferare il libro. Tutti i nomi di cose o di sostanze che voi udirete, sarebbero per l'intelletto senza valore, qualora trascuraste di conoscerne il significato. Così pure il nome di *aria, aria atmosferica,* è pel chimico un complesso di proprietà; non v'ha occhio mortale che abbia mai veduto un atomo di aria, perchè il senso della vista pone avanti agli occhi certi effetti, certe qualità che agli atomi d'aria non spettano; ma questi ultimi posseggono altre qualità, che la chimica scopre, e per le quali il chimico non solo conosce la presenza di particelle d'aria, quando nessun altro se ne avvedrebbe, ma dimostra inoltre che quest'invisibite materia è composta di altre sostanze similmente invisibili, che con sufficiente conoscenza delle loro proprietà può il chimico separarle l'une dall'altre, pesarle e rendere ogni altro accorto della loro presenza; egli vi

Digitized by Google

dimostra che quella specie d'aria che si brucia nelle nostre lanterne di strada, si compone di cinque o sei specie diverse di aria; egli vi dimostra che in uno dei principii componenti dell'atmosfera, in quello cioè che serve al processo della respirazione, sta riposta una delle più importanti condizioni della vita animale; ed in uno dei prodotti del processo respiratorio, il chimico vi presenta la condizione prossima della vita vegetale; egli vi spiega l'intimo nesso del mondo visibile e dell'invisibile, di cui gli antichi nostri non avevano alcuna idea: e tutto questo per la ragione che egli imparò a conoscere il linguaggio di questa sostanza, le sue proprietà col mezzo di fenomeni visibili, o che si conoscono co' sensi, e che per sè, o combinandosi ad altre sostanze, si manifestano più chiaramente che il suono di una corda da voi toccata; linguaggio altrettanto intelligibile quanto le nere linee, ed i segni scritti, coi quali voi i vostri invisibili pensieri a grandissima distanza ponete sotto gli occhi di uno amico.

I nomi nuovi che voi udrete, per l'intelligenza dei fenomeni naturali, hanno ciascuno la loro propria significazione. I nomi di *ossigeno*, *cloro*, *jodio*, *mercurio*, *piombo*, devono, poco per volta, convertirsi in un complesso di proprietà, che questi corpi posseggono, o che in dati casi manifestano; non altrimenti che la parola *chiesa*, in colui che ne ha un'esatta idea, non solo risveglia l'immagine della composizione esterna ed interna di un edifizio, ma rappresenta inoltre una quantità di rapporti che stanno in non lontana attinenza colle pietre, col legno, col ferro, di cui l'edifizio è composto.

Se voi trascurerete di conoscere i particolari fenomeni che i corpi producono combinandosi con altri, vi rimarrà chiuso un mondo di nuove idee.

Sul principio de' nostri sforzi conviene penetrarsi di nuove idee, a fine di non smarrirsi in un nuovo linguaggio: io mi adoprerò di spiegarvi, e sufficientemente, tutte le qualità dei corpi e loro proprietà, la cui cognizione vi renda idonei a scoprire le cagioni che sono di fondamento ai fatti della natura inorganica ed organica; e che vi servano di

mezzo per riconoscere e per distinguere l'uno dall'altro i vari principii componenti il corpo terrestre, le sorgenti minerali, i fossili, le piante e gli animali. Le questioni sulle cause dei fenomeni della natura, sulle fonti della vita vegetale ed animale, sull'origine della loro nutrizione, sulle condizioni della loro esistenza e sulle modificazioni che occorrono nella natura alla quale noi apparteniamo col materiale nostro corpo, e colla quale siamo in rapporto di continua e reciproca azione; queste quistioni sono allo spirito umano così naturali, che le scienze, le quali vi rispondono in maniera soddisfacente, maggiore influenza esercitano, che ogni altra, sulla coltura dello spirito.

Anche sotto questo aspetto la chimica offre all'uomo istruito una copia di peregrine e sempre nuove cognizioni. Una sufficiente conoscenza di essa dimostra, come ai sensi del corpo, un novello senso si aggiunga, per cui innumerevoli fenomeni si osservano, che ad ogni altro stanno invisibili e nascosti. La chimica v'introduce nel regno delle forze silenziose, dalla cui potenza dipende ogni cosa che nasce e che muore, e dalla cui azione derivano i più essenziali bisogni della vita, anche pel corpo sociale.

La semplice conoscenza della composizione dei corpi vi rende atti a sciogliere questioni, che solo pochi anni addietro si tenevano come insolubili.

Un campo, sul quale per parecchi anni successivi coltivammo le medesime piante, diventa per quella pianta infruttifero in tre anni; un altro in quattro, in sette, in dieci, in cento anni; un terreno produce frumento, non fagiuoli; orzo, non tabacco; un altro dà ricca messe di rape, e non di trifoglio.

Il conoscere la composizione del terreno e delle ceneri, vi spiegherà perchè il suolo, per la coltura di una sola e medesima pianta, quando il terreno non riceve concime, va poco per volta perdendo la sua fertilità per quella stessa pianta; perchè una pianta vi alligna e l'altra fallisce.

La chimica insegna i mezzi per cui si ristaura la fertilità del suolo.

Nella fisiologia, uffizio della chimica è quello di risolvere la questione sul punto di sapere sotto quali rapporti la forma organica sia dipendente dalle sue parti componenti; essa deve spiegare a quali mutazioni soggiacciano le sostanze alimentari quando si convertono in sangue; ed a quali cangiamenti vadano soggetti i principii del sangue, quando diventano parti componenti degli organi.

La forza nutritiva di un alimento, l'efficacia di un rimedio, quella dei veleni, si connettono a qualche cosa di materiale, a certi elementi che sono i conduttori di queste attività. Le proprietà vitali di un organo, quelle di ogni fluido animale, derivano dalla loro miscela, cioè dalla loro composizione; ogni cagione di malattia ha per conseguenza uno sciogliersi del misto organico, un cangiamento nella composizione: l'uso dei rimedi tende a ristabilire la primitiva missione; la loro efficacia è anche subordinata alla loro composizione. La chinina contiene gli stessi elementi della stricnina, ma in diverse proporzioni; quella è il più prezioso rimedio; questa un terribilissimo veleno.

Uno dei problemi di maggior momento per la chimica è questo: come le qualità medicinali o velenose di una sostanza dipendano dalla sua chimica composizione, ed in qual modo l'azione sia subordinata ai principii componenti? Un notevole passo si è già fatto a questo riguardo: positivamente sappiamo, che i semi, le erbe, le radici, i tuberi che servono al nutrimento degli animali e degli uomini, contengono certi principii, nei quali trovansi gli stessi elementi, nelle stesse proporzioni in peso, come appunto si trovano nella parte principale che compone il sangue; sappiamo che la facoltà nutritiva di un alimento dipende dalla quantità di quei principii; che tutto quanto è da noi chiamato col nome di sostanza alimentare, deve contenere una di quelle sostanze, senza del che la vita non può sostenersi.

E se le qualità nutritive degli alimenti dell'uomo e de-

Digitized by Google

gli animali vengono determinate da sostanze di una data invariabile composizione, ne segue pure che le proprietà medicinali della corteccia peruviana, dell'oppio, ecc., ed i suoi effetti sulla sostanza dei nervi, sul cervello e sul midollo spinale, dipendono da simili cagioni, come gli effetti cui i principii componenti le sostanze alimentari esercitano sugli apparecchi organici, per mezzo dei quali si opera l'ematosi.

A questo riguardo la chimica moderna fece le più interessanti scoperte; essa dimostrò che nel sistema muscolare, nella milza, v'hanno sostanze che nelle piante non si trovano; le quali però, quanto ai loro principii ed alla loro composizione, sono simili affatto ai principii del thè, del caffè, della china, dell'oppio; tanto simili che la scienza chimica pone le basi organiche animali accanto alle vegetali, e le colloca in una classe sola.

Ultimamente riuscì alla chimica di produrre artificialmente uno dei principali prodotti del processo vitale degli animali, l'urea, con tutte le sue proprietà, combinandone gli elementi fuori del corpo. Dopo tali scoperte, l'organismo offre bensì all'osservatore molte cose non ancora comprese, ma non più cose incomprensibili.

Ora sappiamo che le forze chimiche prendono parte essenziale in tutti i fenomeni della vita; che per mezzo della chimica è possibile di conseguire metodi sicuri di guarigione, anzi per mezzo della chimica, unitamente all'anatomia ed alla fisiologia, ci sarà dato di spiegare i prodigii del corpo vivente, e di acquistare un vero concetto della vita. Voi tutti, o signori, siete chiamati a prendere parte a queste indagini, ed a trarre profitto dalle applicazioni della chimica. Ma non lo potrete, se non vi sforzerete di seguirmi nella via, nella quale io debbo condurvi.

Voi udrete parole nuove, vi prego di rammentarvene; voi dovete imparare a conoscerle: io vi additerò le proprietà, la natura di un corpo: voi dovrete incorporarvelo nella vostra memoria.

Credetemi; credete ad una esperienza di trent'anni, e ad una discreta conoscenza in ordine alla storia delle scienze naturali: ogniqualvolta riuscì ad uno studioso della natura

di arricchire la vita colle sue ricerche, ciò fu solo per mezzo di un metodo di osservazione, di cui può affermarsi che da lui furono promossi gli straordinarii progressi fatti in questi ultimi cinquant'anni dalle arti, dall'industria, dalla meccanica e dalle scienze naturali: ciò si deve alle vie dell'osservazione e dell'esperienza (che noi dobbiamo a Francesco Bacone ed a Galileo), cui una falsa filosofia per secoli aveva scacciato dalla medicina e dalle scienze naturali, ma che presentemente pel loro trionfo guadagnano sempre più terreno a vantaggio dell'umanità.

Quanto alla filosofia tedesca, o signori, noi rivolgiamo indietro sovr'essa lo sguardo, come sopra un albero morto, che portava le più belle foglie, i più magnifici fiori, ma niun frutto. Con infinito ingegno si crearono soltanto immagini; ma, come diceva Gœthe, anche i più splendidi colori non sono che luce torbida: noi però vogliamo una luce chiara; e questa è la verità.

Sono migliaia di secoli che si attende a spiegare i fenomeni della natura; ma le spiegazioni delle scuole filosofiche, da Aristotele fino al giorno d'oggi, nulla hanno di comune colle nostre.

La cagione della caduta di un corpo, diceva Aristotele, è la gravità: ma la gravità è la tendenza del corpo a muoversi in basso (a cadere): una pietra cade perchè è grave, vale a dire, perchè cade. L'oppio produce il sonno, perchè possiede una proprietà calmante, vale a dire, perchè produce sonno. Le proprietà caustiche della calce derivavano da un non so che, cui si dava il nome di *kaustikum*. Il sapore acido degli acidi attribuivasi alla presenza dell'*acidum* universale. Ai fatti che si vedevano, si connetteva una parola, e quella parola chiamavasi la cagione, e colla medesima si spiegava il fatto. Una *cosa* dava colore all'oro; una *cosa* gli conferiva l'inalterabilità; a fine di convertire in argento il mercurio, si cercava di togliere a quest'ultimo quella *cosa* che lo rendeva liquido: una *cosa* rendeva duri i corpi; una *cosa* (*spiritus rector*) forniva ai corpi il loro odore; una *cosa* (*phlogiston*) era la cagione della combustibilità.

Poichè gl'innumerevoli fatti che si venivano osservando, si attribuivano a qualità o cose occulte, si poneva un termine alla ricerca delle vere cagioni: anzi sapevasi di già qualunque cosa accadesse.

Una parola teneva luogo di spiegazione; la cieca fede faceva le veci della verità, per cui senza punto pensarvi si andava dietro a principii privi affatto di dimostrazione.

È bensì vero che l' intelletto e l'esperienza ci costringono ad aggiustar fede alla verità di molti avvenimenti, di cui non fummo testimoni; di molti fatti che furono scoperti da altri, e non mai osservati da noi stessi. Quindi è, che crediamo agli avvenimenti, alle cose, ai fatti affermati da persone degne di fede, quando essi non ripugnino alle note leggi della natura, o quando i loro effetti si poterono in qualche modo, od in qualche tempo, da noi stessi osservare, o da altre persone degne di fede. Noi crediamo che visse Giulio Cesare, non mai veduto da noi, non solo perchè lo videro i suoi coetanei, ma perchè la sua esistenza è confermata da avvenimenti, i cui effetti vennero osservati, anche parecchi secoli dopo, nella storia dell'umanità. Ma noi non prestiamo fede agli spiriti, quantunque migliaia di persone dicano di averli veduti, perchè noi sappiamo che anche le sostanze corporee, le quali abbiano un certo grado di sottigliezza (l'aria atmosferica p. e. non possono vedersi; e perchè ad un essere incorporeo, non può spettare la facoltà di riflettere la luce, condizione principale per essere veduto.

La fede per cui si vedono gli spiriti, o signori, nulla ha che fare colla scienza: è anzi il peggior nemico di essa; perchè il sapere è morte di una tale credenza.

Le spiegazioni dei recenti cultori delle scienze naturali differiscono assai da quelle dei tempi antichi: lo studio della natura oggidì non dà alcun peso alle più ardite invenzioni dell'immaginazione: sua missione oggidì è quella di fare acquisto di una dottrina, che solo può acquistarsi col mezzo d'incessante lavoro e fatica.

Quando il filosofo de' tempi nostri vuole spiegare un fenomeno naturale, p. e. la fiamma di una candela, il crescere

di una pianta, il congelamento dell'acqua, lo svanirsi di un colore, l'irrugginirsi del ferro, ecc., non colloca punto la questione in se medesimo, nel suo spirito, ma bensì nel fenomeno e nell'obbietto stesso.

Signori, io vi porgo ora la chiave pel vero esame della natura: possa l'impiego suo esservi di profitto.

Ora, quando lo studioso della natura vuole spiegare un fenomeno, chiede a se stesso: qual cosa precedette questo fenomeno, qual cosa gli venne dopo? ciò che precedette ei chiama col nome di cagione; chiama effetto ciò che vien dopo.

Il vegetare di una pianta è preceduto da un germe, da un grano di semente, e presuppone un terreno; senza l'atmosfera, senza umidità la pianta non cresce.

Terreno, atmosfera, non sono per se cagione sufficiente; si dà terreno calcare, terreno argilloso, terreno siliceo, diversi affatto l'uno dall'altro, quanto alla composizione e miscela. La parola *terreno*, come vedete, è un nome collettivo per un gran numero di condizioni; il terreno fertile le contiene in proporzione atta al nutrimento delle piante. Tutte conviene che esistano, affinchè si produca l'effetto, cioè la fruttificazione.

Così anche la parola *atmosfera* abbraccia una moltitudine di attributi. Lo studioso della natura cerca, quali sono questi attributi, e mentre scopre e dimostra, qual parte prendano in particolare alla vegetazione delle piante certi principii del terreno, dell' atmosfera e dell'acqua, egli spiega la vegetazione, e come la pianta cresce, per quanto può tale fenomeno spiegarsi all'intelletto.

Quando il fabbro ferraio nel suo fornello rende incandescente una sbarra di ferro, e quindi ne la trae fuori, mentre scintilla, questa copresi di una crosta nera e porosa, vale a dire che il ferro brucia. In circostanze simili bruciasi l'olio nelle nostre lampade con fiamma. Lo studioso della natura chiede, qual cosa precede la combustione del ferro, dell'olio; qual cosa vi tien dietro? Quali sono le condizioni, quale il risultamento della loro combustione? Alla combustione del ferro, dell' olio, precedono il ferro,

l'olio, l'aria, ed una più elevata temperatura. Che cosa è il ferro, che cosa è l'olio? molti olii esistono. La parola *olio* è un nome collettivo per parecchie sostanze vegetali od animali, in cui trovansi tre principii di natura affatto diversi. Un solo dei principii dell'atmosfera prende parte alla combustione.

Mentre brucia, il ferro cresce di peso; l'aria in cui si brucia, perde ugual proporzione di peso; l'aria in cui l'olio brucia, acquista maggior peso, che corrisponde a quello dell'olio bruciato.

Quindi si fa chiara la conseguenza della combustione del ferro e dell'olio; il ferro bruciato è ferro, cui si è aggiunto un elemento dell'aria. L'olio bruciato è aria, cui si aggiunsero gli elementi dell'olio. Svolgimento di luce e di calorico (fenomeno del fuoco) accompagnò la combinazione dell'elemento dell'aria col ferro, e quella degli elementi dell'olio coll'aria. Quindi si spiega una parte essenziale del fenomeno della combustione: e mentre l'indagatore della natura fa a se stesso ulteriori quistioni, donde p. e. derivano il calorico e la luce nella combustione? perchè il ferro non continua a bruciare, mentre l'olio continua invece a bruciare nella lampada? perchè il ferro brucia gettando scintille, e l'olio con fiamma? e tali questioni risolve in modo affatto simile, egli spiega il fenomeno nelle sue parti.

Lo studioso della natura spiega un fenomeno cercando le cause che lo precedettero. Quelle che cadono sotto i sensi, sono per lui le ragioni, le condizioni del fatto (*bedingungen*): quelle che sfuggono ai sensi, ei chiama col nome di *forze*.

Secondo questo metodo, la cagione della *coriza* p. e. non è punto l'infiammazione della *schneideriana*, perchè con questo non si dà che la definizione della parola *coriza*; la spiegazione della febbre non abbraccia punto un'immagine, una descrizione dello stato febbrile, ma si vuol sapere ciò che precedette lo stato febbrile, e qual cosa lo mantiene: nello spiegare il processo della respirazione, si vuol sapere

qual parte l'aria, e quale il sangue hanno alla produzione del calor animale.

Quando le cagioni di un fenomeno sono sconosciute, o non furono ancora esaminate, allora si lascia vertente la quistione. Lo studioso della natura quando trova ferro nel sangue, calce nelle ossa, senza sapere d'onde provengano, non si fa punto a dire, che essi sono un prodotto del processo vitale; quando egli non può spiegare l'origine di animali microscopici, nè donde vengano, egli non afferma perciò che siansi generati da sè; se trova persone morte ed arse in una camera chiusa, e non può comprendere il modo, non dice per questo che da se stessi caduti siano in combustione. Queste maniere di conchiudere e spiegare ci tiene per un inganno fatto a se stesso, e come un velo che copre l'ignoranza.

Il conoscere le condizioni di un fenomeno è la prima e prossima condizione per la dilucidazione del medesimo. Esse devono indagarsi ed accuratamente osservarsi. Sull'indagine e sull'osservazione si appoggia l'arte; l'adatta esposizione delle quistioni attesta il genio dell'osservatore della natura. Pensate quanto difficile sia il fare ricerca di un oggetto che si è smarrito da otto giorni. C'è da scommettere che non lo trovereste quand'anche rompeste il pavimento, abbatteste la casa per cercarlo tra le rovine; ma lo troverete piuttosto riflettendo in qual luogo lo vedeste, o l'aveste in mano l'ultima volta. Se lo cercate senza riflettervi, forse lo troverete; ma siete certi del buon successo, cercando e riflettendo. Così anche la riflessione è l'unica buona guida nella ricerca delle cagioni di un fenomeno; per mezzo dell'osservazione vi verrà fatto di scorgere i segnali che vi additeranno la strada.

Non v'ha così difficile arte come quella dell'osservazione; vi si richiede uno spirito educato, temperante, ed una ben diretta esperienza, la quale solo coll'esercizio si acquista: imperocchè osservatore non è quegli che vede una cosa coi suoi occhi, ma bensì quegli che vede di quali parti quella cosa è composta, e con qual vincolo stanno le parti unite

coll'intiero. V'ha quegli cui ne sfugge la metà per inavvertenza; un altro crede vedere più di quanto vede, perchè cambia la realtà colla fantasia; un terzo scorge bensì le parti di un tutto, ma confonde cose che devono essere distinte. Nel processo Görlitz in Darmstadt, le donne che svestirono e lavarono il cadavere, non vi osservarono nè braccio nè capo; un altro testimonio vide un braccio e la testa grossa come un pugno; un terzo testimonio (un medico) vide ambedue le braccia, ed il capo della grossezza precisamente di un teschio di donna ordinario.

Da quelle deposizioni potete chiaramente dedurre il grado di coltura dei testimonii, e la loro attitudine all' osservazione. L'osservazione è come uno specchio, il quale, affinchè rifletter possa chiara ed esatta l'immagine, deve essere accuratamente pulito.

L'osservatore di un oriuolo vi scorge non solo il pendolo che oscilla, il quadrante e le sfere che vi si muovono: anche un fanciullo vede queste cose; ma l'osservatore vede le parti dell'orologio, i rapporti del bilanciere col congegno delle ruote, e del pendolo col moto delle sfere.

Poichè gli apparecchi de' sensi e de'nervi sono gli stromenti delle operazioni dell'intelletto, per mezzo dei quali le impressioni si ricevono, su cui esso fonda le sue conclusioni e conseguenze, ne segue che le persone, il cui sistema nervoso non trovasi in uno stato perfettamente sano, non sono pienamente atte ad osservare: ed ora intendete perchè la nuova scienza dell' *Od* non ha trovato accesso nel dominio degli studi della natura.

L'inventore dell' *Od* non ha mai veduto alcuno dei tanti fenomeni che l' *Od* deve produrre, niuno ne osservò egli stesso, nè quei fatti vennero mai verificati da altre persone spregiudicate, fornite di sensi sani e della migliore volontà di osservarli. Gl' individui sensitivi e soggetti all'azione dell'*Od* non sono in grado di ridire da sè ciò che essi videro o sentirono; ma è necessario che la loro attenzione venga richiamata e guidata col mezzo di apposite questioni sovra ciascuna parte del fenomeno dall' interro-

gatore, il quale però non vede nè vide mai quel fenomeno.

Quando l'osservatore comprese la cagione di un fatto, ed è in grado di raccoglierne le condizioni, allora, studiandosi di riprodurre a volontà i fenomeni, dimostra la giustezza delle sue osservazioni col mezzo degli sperimenti.

Fare una serie di sperienze è sovente lo stesso che il dividere un pensiero nelle singole parti, e saggiarlo col mezzo di un fenomeno sensibile. Lo studioso della natura procede agli sperimenti per dimostrare la verità del suo concetto; egli fa sperimenti per chiarire un fatto in tutte le varie sue parti. Quando egli di una serie di fatti può dire, che sono effetti di una medesima cagione, perviene allora ad una semplice espressione della stessa, che in questo caso chiamasi una *legge della natura*. Noi parliamo di una semplice qualità, come di una legge naturale, quando questa serve a chiarire uno o più fenomeni della natura. Per esempio, noi attribuiamo il salire del mercurio nel vacuo torricelliano, e dell'aerostato per l'atmosfera, alla legge per cui l'aria è pesante: però niun particolare fenomeno della natura, secondo l'esperienza nostra, succede mai in virtù di una sola cagione, ma bensì pel concorso di più leggi naturali. L'esposizione dell'insieme di queste leggi della natura chiamasi la *teoria del fenomeno*. La teoria del barometro abbraccia tre leggi naturali: la legge per cui l'aria è pesante: quell'altra, in forza della quale una pressione sui liquidi si esercita uniformemente in tutti i versi; e finalmente la legge, per cui l'urto che agisce sovra un corpo verso una data direzione, qualora non venga controbilanciato da uguale spinta in senso contrario, produce un movimento che dura finchè non siasi ristabilito l'equilibrio. Su quest'ultima legge, non meno che su quelle per cui l'aria è pesante, e sovra una quarta legge inoltre, per cui i corpi immersi in un liquido perdono tanto di peso, quanto pesa il volume del liquido spostato, appoggiasi la teoria del globo aerostatico. *Teoria* chiamasi il complesso di tutte

quelle leggi della natura, dal cui concorso viene determinato un fenomeno, un fatto qualunque.

Col mezzo di una sufficiente conoscenza di un fatto si è in grado di spiegare altri fatti; ogni proprietà di un corpo somministra una chiave per aprire una porta chiusa; ma la teoria è la chiave principale che apre tutte le porte. Voi comprendete, o signori, quanto il significato di *teoria* nel senso dello studio della natura sia diverso da quello della parola *teoria*, quale viene adoperata nel comune linguaggio.

Nella comune foggia di dire, la parola *teoria* significa l'opposto precisamente dell' esperienza e della pratica; significa non di rado ignoranza dei fatti e delle leggi naturali; nel senso nostro invece, la teoria è la somma d'ogni pratica; appoggiasi sulla perfetta cognizione dei fatti e delle leggi naturali, ed è il prodotto di questa cognizione. E qui colla parola *pratica*, adoperata di fronte alla teoria, non intendo punto la pratica idoneità d' un individuo ad un' arte od industria. Un fisico pratico insegna al meccanico a costruire un buon termometro o barometro senza essere egli stesso in grado di costruirlo, per non avere imparato a soffiare il vetro. Il chimico pratico al fabbricante di acido solforico insegna colla massima precisione quanto zolfo in una data corrente d'aria, che passa pel fornello, vuolsi bruciare affine di ottenere il *maximum* di acido solforico, senza perciò potere con profitto mercantilmente fabbricare l' acido solforico: egli dice all' agricoltore quali principii deve contenere il suo terreno, perchè possa ricavare il maggior prodotto in pomi di terra, senza sapere se i pomi di terra debbansi piantare in primavera; egli estrae il chinino dalla corteccia della china senza conoscere affatto le dosi a cui debbasi offrire contro varie malattie; egli rende noto al fisiologo la natura e la composizione dei principii del sangue o degli umori secreti nel corpo in istato sano e morboso, senza però conoscere i sintomi delle malattie ed i loro rapporti col processo vitale. Questa storia di pratica, che appoggiasi sulla tecnica applicazione delle leggi naturali, serve di misura per l'abilità del

bile prospettiva; ci sarà più facile il fermarli in modo convenevole sulle regioni che sotto di noi giacciono, e di premunirci contro gli smarrimenti e gli ostacoli che incagliano i nostri passi e sperperano le nostre forze. Allora il terreno che sta sotto di noi, diventa proprietà nostra sovra la quale seminiamo, e raccoglieremo frutti a vantaggio nostro e dell'umana famiglia.

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNOTAZIONI

(1) Nella Chimica, affine di ben riuscire nell'arte dello sperimentare, abbisognano due qualità; la cognizione della scienza in quella maggiore estensione che sia possibile, ed il criterio pratico d' instituire e condurre a compimento le sperienze, che si acquista solo addestrandosi alle manipolazioni ed operando assiduamente nei laboratorii. Il quale criterio pratico non solo guida alla buona riuscita dei cimenti, ma insegna eziandio ad interpretarli giustamente, traendone quelle conseguenze che non oltrepassino i limiti del vero, nè lasciuo innavvertito nulla d' importante.

(2) Basta una leggerissima tintura delle scienze fisiche per intendere incontanente che l'Autore allude ai *parafulmini*; all'applicazione che si fece delle correnti elettriche par separare certi metalli dalle roccie naturali, da cui sono avviluppati; all'uso della elettricità ad iscomporre nei loro elementi certe sostanze che dapprima avevano resistito con pertinacia agli altri gagliardissimi agenti di separazione; alla speranza che si ebbe alcuni anni fa, e che si nutre eziandio da taluni, di valersi di macchine elettro-magnetiche come di potenti motori in luogo del vapore; ed in fine al partito che si trasse dalla pila di forza costante per riprodurre col mezzo dei sali di rame le medaglie, le statuette, e varii orna-

Digitized by Google

menti fabbricati a mano o col bulino, ritraendone una forma perfetta, d'onde se ne possono riprodurre a centinaia le copie.

(3) La sostanza cristallina del liquore allantoico della vacca ha nome di *allantoina*; essa non esiste già formata negli escrementi degli uccelli e dei serpenti, ma si genera dall'acido urico, materia che è propria a detti escrementi, e la quale, per opera di agenti chimici opportuni, subisce una trasformazione d'onde nasce l'allantoina.

Il sangue ridotto in carbone, con potassa, fornisce un composto detto *cianuro di potassio*, d'onde si può preparare un altro composto che chiamasi *cianato di potassa*, il quale messo a riagire con un dato sale di ammoniaca nominato *solfato di ammoniaca*, dà origine all'*urea* o *cianato anomalo di ammoniaca*.

L'olio volatile della *spirea ulmaria* è l'acido saliciloso, che può nascere eziandio dalla *salicina*, principio organico esistente nella corteccia del salice, quando si facciano agire su di essa le materie ossidanti o facili a cedere l'ossigeno che contengono. L'olio volatile della *gualteria* è un *etere metilico di acido salicilico*, che si può preparare, giovandosi dell'*alcoole metilico* misto con acido solforico, e dell'*acido salicilico*, il quale si può ricavare dalla *salicina*, operando con materie ossidanti come, ad un di presso, si fece per l'acido saliciloso.

L'olio volatile della radice di valeriana deve la sua efficacia medicinale all'*acido valerianico* in ispecie; acido ingenerabile dall'olio di pomi di terra, che è una specie di alcoole o spirito, analogo allo spirito di vino. Ed in quel modo che questo per opera di ossidazione può cangiarsi in acido acetico; così l'olio di pomi di terra, per ossidazione, può trasmutarsi in *acido valerianico*.

(4) Dopo le stupende scoperte dell'Hoffmann intorno agli alcaloidi od alcali organici, dalle quali ne fu chiarita l'occulta constituzione, e d'onde ne furono ingenerati molti e molti di nuovi, pare oramai cosa indubbia che fra breve tempo si giungerà alla fabbricazione artifiziale della *chinina*, della *morfina* e di somigliati composti. Già il mentovato chimico si provò a preparare la *chinina artifiziale*, e riuscì ad un prodotto se non identico con essa per le qualità, almeno uguale per la composizione, e fornito di azione alcalina.

Dacchè le esperienze di Hare condussero a considerare la fibrina e l'albumina come derivati dall'accoppiamento degli elementi dell'ammoniaca coi principii dell'amido, del legno ecc., sembra eziandio assai probabile, che si verrà non difficilmente a conseguire

artifizialmente quelle due raggoardevolissime materie azotate; caso nel quale la chimica avrà sciolto uno dei più importanti quesiti della sintesi scientifica.

(5) La necessità delle cognizioni chimiche per farsi un giusto concetto delle industrie moderne e delle vie più opportune a far prosperare e fruttificare le ricchezze recondite di uno Stato è sentita eziandio in Italia dai più istrutti; ma pochi si adattano a passare dalle astrazioni alla realtà. D'onde un danno incalcolabile, non solo per la mancanza di quel giusto apprezzamento onde un Uomo di Stato potrebbe dar valore a cose le quali paiono poco utili od inutili affatto agli ignari; ma pur anco per la trascuratezza dei governi a promuovere l'insegnamento di una scienza, che può, bene e lungamente appresa, mutare la faccia alle arti ed alle industrie di un paese, ed aggiungasi eziandio può toglier parecchie scienze naturali dal cieco empirismo o dalla vana ciarlataneria e portarle nel campo del progresso e della dignità. Certo, le cattedre di chimica crescono ogni anno e si moltiplicano in certi luoghi, quasi prodigiosamente; ma buon Dio!, con quale profitto? Si nomina un professore e si stipendia magramente, aggravandolo di lavoro; gli si rifiutano i mezzi d'insegnare sperimentalmente la scienza e di accogliere alcuni nel laboratorio ad acquistare il magistero delle pratiche applicazioni; e con questo si crede di avere soddisfatto a tutto. Vedremo da qui ad alcuni anni, se non si cangia sistema, che pingui manipoli si raccorranno dalla ben imaginata seminagione! Vergogna degli uomini di Stato, che provveggono male; o si rifiutino di provvedere; mentre hanno dinanzi agli occhi lo specchio parlante dei popoli più industriosi e floridi, l'Inghilterra, la Francia, il Belgio e parecchi reami e principati della Germania.

(6) È pur consolante che i chimici più illustri di qualsivoglia nazione e religione riconoscano nel creato l'opera del Divino Artefice e ne dicano altamente le lodi. Chi diffatto, può scrutare nelle meraviglie del mondo degli atomi, senza uscirne attonito, senza vedervi un sapientissimo ordinamento, predisposto e condotto da una Mente sovrumana, e senza uscire in una esclamazione di stupore e di riconoscenza! Berzelius, il principe dei chimici del mezzo secolo ora passato, non parlò meno nobilmente di quello che faccia Liebig, della Sapienza Divina; e qui crediamo opportuno di riportare un tratto, che caviamo dal primo volume della sua *Chimica organica*.

« Una forza incomprensibile, che è fuori della natura morta, introdusse questo principio (la forza vitale) nella massa organica; e ciò fece non come opera dell'azzardo, ma con sapiente previdenza, all'oggetto di determinare effetti voluti, ed un succedersi continuo d'individui perituri, nascenti gli uni dagli altri, e con tal legge che l'organizzazione distrutta degli uni fosse il nutrimento degli altri. Tutto ciò che si attiene alla natura organica, manifesta uno scopo premeditato, e si palesa come prodotto di una Intelligenza superiore; e l'uomo instituendo il confronto fra i calcoli fatti affine di conseguire una data cosa, con quelli che riscontra nella natura organica, fu condotto a considerare le sue facoltà di pensare e di calcolare come un'imagine di quell'essere a cui è debitore dell'esistenza.

« Nondimeno, più volte, una filosofia di corta vista pretese che tutto derivasse dal caso, e che i prodotti organici potevano riprodursi perchè avevano accidentalmente acquistato il potere di conservarsi e di propagarsi. Ma questa filosofia non s'accorse, che ciò che essa ammise col nome di *caso* nella materia inerte, è cosa fisicamente impossibile. Tutti gli effetti provengono da cagioni, ovvero sono ingenerati dalle forze; le forze (somiglianti alla volontà) tendono a mettersi in atto e ad equilibrarsi affine di toccare quello stato di quiete che non potrebb'essere scossa, nè che soggiace a verun ordine di fatti che risponda all'idea del *caso*. Noi non comprendiamo come mai questa tendenza della materia organica a raggiungere lo stato di quiete e d'indifferenza, neutralizzando le forze antagoniste, valga per mantenerle in istato di continua attività; piuttosto noi veggiamo una regolarità calcolata nel movimento dei mondi; di giorno in giorno scopriamo nuove maraviglie della costruttura stupenda degli esseri organizzati; ed è più ragionevole che ammiriamo l'opera di una Sapienza di cui non sapremmo trovare l'abisso, di quello che sollevarci con arroganza filosofica e con vane arguzie ad una cognizione supposta di cose, che forse staranno sempre al di sopra della nostra intelligenza » (*Traité de Chimie*, T. V, p. 3. Paris, 1849).

(7) Liebig seguita l'opinione di molti chimici i quali son dell'avviso che soluzione si faccia per affinità chimica tra il solvente ed il corpo solubile. Altri, per lo contrario, tengono altro parere; secondo essi, il solvente possederebbe una data efficacia per promuovere la *vaporabilità* del corpo solubile, e questo trovando un mezzo adatto a mantenersi vaporoso, si disleghérebbe molecola per molecola, ed in tale condizione si renderebbe nel liquido, man-

tenendovisi fino al punto che non avvenga mutamento di temperie, ovvero di natura in esso o nel solvente.

(8) I chimici inglesi da gran pezzo adottarono l'ipotesi di Prout, il quale mise per principio che i pesi atomici dei corpi elementari, paragonati al peso atomico dell'idrogeno, il più leggiero di tutti, ne rappresentino costantemente un multiplo. Dumas, da qualche anno, ripigliò in disamina l'ipotesi suddetta, e dimostrò che alcuni corpi, i quali parevano contraddirla, meglio determinati, vennero anzi a confermarla. Altri chimici, dietro l'esempio di Dumas, si accinsero a rivedere se fossero giuste le determinazioni dei pesi atomici dei principali elementi, e trovarono che in parte deggiono essere ridotti ad un numero multiplo di quello dell'idrogeno, mentre un'altra parte non sembrò riducibile, se non con un arbitrario tratto di penna. L'ipotesi inglese condusse anche ad imaginare che l'idrogeno sia come l'elemento radicale o fondamentale, e che gli altri elementi ne siano tanti isomeri, in ciascuno dei quali la molecola dell'idrogeno sarebbe condensata in modo peculiare.

(9) Il numero crebbe dall'anno in cui il Liebig pubblicò le sue *prime lettere*, fino al presente. In effetto ora si contano 62 corpi elementari.

(10) E questo accade di tutte le ipotesi, splendide ed abbaglianti per quanto vuoi, se non abbiano salda radice nell'esperienza. Imperocchè la mente che le concepisce, creandosi un modo proprio, e considerando i fatti da un lato peculiare e con vista spesso adombrata o falsamente colorata, ne fa una stima che si toglie dal vero, ne giudica a sproposito, e però in cambio di giovarsene a ravvalorarla fortemente, se ne serve a darle un effimero appoggio che crolla per lieve soffio, come sarebbe di un'eccezione, di una considerazione, di una interpretazione meglio adatta, oppostale da qualcuno che ne sorga contradditore.

Circa poi alla questione, se i corpi che attualmente hanno nome di elementi, siano da risguardare veramente per tali, o non paia più ragionevole di supporli soltanto *indecomposti fino ad ora*, e probabilmente risolubili in principii più radicali quando la Chimica avrà forze più poderose a sua disposizione; io credo tornerà meglio che si lasci in disparte, almeno come oziosa, e si tengano per corpi elementari quelli che non mai furono indecomposti e mostrano nei portamenti il fare che sembra proprio degli elementi.

(11) Oramai diversi fatti inesplicabili colla dottrina che ammette

per ogni corpo un atomo costante il quale mai si muti doppiandosi o triplicandosi ecc., danno a pensare, che i corpi eziandio elementari posseggano qualità di condensare due, tre o più volte le molecole più sottili in cui si possono risolvere per le azioni chimiche, e così condensate trasportarle nelle combinazioni, quasi fossero molecole scempie. A ciascun grado di condensazione corrisponderebbero qualità peculiari che assumerebbe l'elemento di mano in mano che passa da uno ad altro stato di condensazione. Con questo si spiega, come i semplici equiv. del cloro, dell'iodio, del bromo possano essere isomorfi cogli equiv. doppii del manganese e del cromo nei sali degli acidi perclorico, perbromico, periodico, messi a paragone coi sali degli acidi permanganico e percromico. Nè questi solo sono i casi da citarsi in sostegno dell'opinione annunziata, imperocchè se ne contano altri in numero non piccolo.

(12) Liebig intende qui per allume di ferro l'allume comune o di allumina quando contenga una data proporzione, piuttosto tenue, di sesquiossido di ferro in surrogazione di altrettanto in equivalenza di allumina. I chimici intendono per l'ordinario che l'allume di ferro sia un sale, composto e costrutto molecolarmente come l'allume di allumina; tranne che contenga in luogo di tutta l'allumina una quantità equivalente di sesquiossido di ferro.

Il vero allume di ferro anzichè essere scolorito, ha colore ora verde cupo, ora di granato.

(13) Ed altri otto più modernamente scoperti, cioè il *didimio*, il *lantanio*, l'*erbio*, il *terbio*, il *niobio*, il *pelopio*, il *rutenio*, l'*ilmenio*.

(14) (*Da riferirsi a pag.* 66, *linea antipenultima*). In questi ultimi anni i chimici continuarono con ardore a tentare la formazione artificiale di molti minerali e l'azione scambievole di sostanze che in natura deggiono avere operato assai alla produzione ed alla metamorfosi di roccie e minerali; ed i loro sforzi furono coronati di prospero successo. Così riuscirono a produrre silicati ed alluminati cristallizzati, la dolomia, la malachite, il litantrace ecc.; e qualora proseguano è da credere che verrà chiarita la genesi di parecchi fenomeni e di formazioni geologiche non ancora spiegate.

(15) Liebig allude a certa disposizione di canne robustissime di vetro, imaginata da Faraday, piegate due volte ad angolo, chiuse all'uno dei capi e che poi si suggellano anche dall'altra colla lampada, quando vi fu introdotta la sostanza che deve produrre il

gas riducibile in liquido. Comunemente la sostanza da introdurvi è un corpo solido che contiene il gas combinato e solidificato, e che può svilupparlo per debole azione di calore. Si fa tiepido il tubo dalla parte in cui detta sostanza si trova; si fa sprigionare il gas; che non potendo uscire preme internamente contro sè stesso, con tal forza da produrre la liquefazione di una parte di sè. Berthemot, giovandosi recentemente della robustezza di canne di grossa parete e di tenue foro interno, giunse perfino a liquefare l'acido carbonico.

(16) Nella lettera sedicesima l'Autore spiega come avvenga la trasformazione dell'alcoole o spirito di vino in aceto, e come, prevalendosi di certe azioni chimiche, l'industria alemanna sapesse trovar modo di affrettare mirabilmente detta trasformazione.

(17) Il *Klafter*, misura tedesca, eguale ad un dipresso alla *tesa*; il *Malter*, altra misura che si avvicina al *moggio* italiano.

(18) Non solo si traggono materie per l'illuminazione dai grassi animali, dagli olii e dal carbon fossile, ma attualmente si giunse a procacciarsene di eccellenti dalle peggiori pinguedini, tanto di origine animale quanto di origine vegetabile, coll'invenzione della saponificazione operata dall'acido solforico, e poi colla distillazione a vapore. Le resine mescolate coi grassi, la torba stessa da cui si ricavò la paraffina, fornirono anch'esse nuovi principii atti a produrre una bella luce, non inferiore a quella delle candele steariche.

(19) L'isomeria alle volte dipende da un mutamento molecolare intimo delle sostanze, le quali senza che perdano od acquistino di componenti, tuttavolta si trasformano in modo da perdere le qualità di prima, ed acquistarne delle nuove. Altre volte l'isomeria è semplicemente fortuita, ad esempio nel caso dell'etere formico paragonato coll'etere metilacetico. Ambedue questi composti si agguagliano perfettamente per la composizione, ma differiscono essenzialmente per l'origine, essendo il primo di essi prodotto dall' accoppiamento dell'ossido di metilo C^2H^3O coll'acido acetico $C^4H^3O^3$, ed il secondo dall'unione dell'ossido di etilo C^4H^5O coll'acido formico C^2HO^3. Altre volte ancora l'isomeria proviene da qualche circostanza accidentale che pare da poco, e nondimeno è abbastanza influente per trasfondere in un corpo nuove e diverse qualità da quelle che possedeva in precedenza. Tale è il caso dell'acido benzoico, osservato da Kopp, che qualora tenga associata con

se una tenue porzione di materia resinosa, perde la facoltà di cristallizzare, e mantiene questa proprietà anche nei sali.

(20) Oltre al solfo molle o plastico, si contano eziandio altri solfi, il bianco polveroso ed insolubile nel solfuro di carbonio, ed il liquido ed aranciato, solubilissimo nel medesimo solfuro. Le varietà del solfo, da quanto sembra, sarebbero in numero grande, massimamente se abbiasi riguardo al modo con cui si comportano col loro solvente migliore, il solfuro di carbonio.

(21) Dumas non sarebbe dell'avviso di Liebig, anzi terrebbe l'opposto, come ebbe a manifestarlo in una sua *Memoria* esposta all'Istituto di Francia nell'anno passato. Egli fece intendere, partendo da alcune considerazioni intorno ai corpi elementari, come non possa tornare lontano il giorno in cui il chimico giunga a trasformarne uno nell'altro. Del resto per riuscire a tali trasformazioni non vi ha d'uopo di farvi precedere la scomposizione dei corpi ritenuti fino ad ora per elementari. Supongasi a cagione di esempio, che cloro, iodio e bromo corrispondano a tre stati isomerici di un solo corpo, a somiglianza che il fosforo bianco ed il rosso rappresentano due stati isomerici di una sola sostanza, che il solfo giallo, il bianco, il liquido rispondano a tre stati diversi di un solo solfo; qual meraviglia che non si possa conseguire un dì il mutamento del cloro in bromo e iodio, e viceversa, come dal fosforo bianco si passa al rosso, dal rosso al bianco, dal solfo giallo al bianco, da questo al primo ecc. ecc.?

(22) Probabilmente la forza vitale altro non è che il più alto esplicamento della forza aggregativa, e sta all'affinità come questa alla coesione. Non ci sia imputato ad arroganza se ci azzardiamo di riportare a tale riguardo la nostra opinione, quale la esponemmo nei *Principii Elementari di Chimica organica*.

Divisi sono i pareri dei chimici circa alla natura delle forze che si esplicano nella formazione delle sostanze organiche. Taluno immaginò che bastassero le forze minerali, quelle cioè che presiedono alla generazione dei composti del regno fossile, per ordinare le molecole della materia in modo che pigliassero qualità di organiche; tal altro, per lo contrario, immaginò una forza peculiare, che da sè sola fosse valevole ad organare; finalmente altri si adagiarono ad una terza sentenza; e supposero che si sollevasse una nuova potenza, la vita, la quale, consociatasi colle forze minerali, coll'azione sua e col concorso delle compagne, construisse i gruppi or-

ganici ordinandovi acconciamente i principii elementari. A malgrado di tali discrepanze di opinioni, tutti riconobbero, quando discesero ad esplorare gli esseri organizzati ed i corpi organici nel campo dell'esperienza, che la vita e l'organazione vi sussistono in opposito delle forze minerali, le quali, se pure concorrono ad organare ed a conservare lo stato normale degli organi, il fanno come se vi fossero condotte da un complesso di condizioni speciali, o costrette da una forza superiore. Di guisa che possono dirsi sviate dal loro naturale andamento; ossia, per significare più al giusto, da quella maniera di procedere che loro è naturale quando agiscono colla pienezza dei loro poteri sui corpi prettamente minerali. Se ciò sia, ne abbiamo gravissimi argomenti di prova dalle osservazioni dirette, fatte sulla struttura delle molecole organiche, partendo dalle più semplici e salendo alle più complicate; dalle qualità cardinali di dette molecole; dall'influsso pernicioso che apporta alla vita od all'organicità la prevalenza di esercizio di una delle forze minerali; e dal processo di risoluzione dei corpi organizzati dacchè soggiacquero a morte.

Liebig paragonò la vita ad una potenza dinamica, che influisce sulle forze inorganiche a somiglianza del calore. È noto che, valendosi del calore, si accrescono o si scemano le affinità scambievoli dei corpi. Laonde si producono composizioni e scomposizioni, le quali non sarebbero avvenute qualora non fosse intervenuto un mutamento di temperie ad eccitarle. La vita o forza vitale agirebbe costringendo l'affinità ad aggregare in modi nuovi o straordinarii i principii elementari, conducendoli così ad una forza peculiare di associazione e però ad uno speciale risentimento di riagibilità.

Ammettere una forza novella, *sui generis*, una specie di agente imponderabile, differente in modo assoluto dalle forze aggregative comuni, che induca queste alla formazione delle molecole organiche, condurrebbe, per essere conseguenti, ad ammetterne un'altra, la quale operasse sulla coesione in modo da tradurla in affinità; la qual cosa ripugnerebbe certamente. Imperocchè, qualora facciasi confronto fra gli aggregati ingenerati dall'affinità e quelli che sono accumulati dalla coesione, vi si riscontra una differenza somma, che vale quanto quella che passa tra molecole di composizione minerale e molecole di composizione organica e forse più.

In effetto dall'atto di associare molecole omogenee all'atto di combinarne delle eterogenee è più cospicuo il trapasso che non sia dall'unire molecole eterogenee in una maniera in luogo di altra; posto sempre che non si proceda a ritroso della leggi generali presiedenti alle combinazioni. Se pretendesi, che una forza *sui generis*,

una specie di agente imponderabile conduca l'affinità comune ad ordinare stranamente le molecole materiali nei composti organici, sarebbevi ugual ragione per immaginare un'altra forza *sui generis*, od un agente, che inducesse similmente la coesione od aggregabilità primigenita a modificare i proprii effetti fino al punto da congiungere le molecole eterogenee. E poichè si considera da tutti più ragionevolmente l'affinità comune come una delle forme onde si manifesta la forza universale di aggregazione; sembra eziandio naturale, seguendo quest'ordine d'idee, che si reputi la forza vitale come una terza e più perfetta manifestazione della suddetta forza universale. A questo conforta eziandio il riflesso, che una quarta manifestazione della forza aggregativa è uopo pure che si riconosca, quella cioè onde i corpi eterogenei si *uniscono per aderenza*, e dalla quale nascono fatti meravigliosi, come sarebbero condensazioni gagliardissime di fluidi elastici incoercibili per virtù meccanica, scomposizioni di corpi forniti di grande persistenza, modificazioni profonde nella struttura di parecchie sostanze, ecc. E se quella quarta manifestazione (che sta in mezzo, come vedremo tra coesione ed affinità, ed opera tra molecole e parti sensibili di corpi) è tenuta in conto di forza aggregativa in peculiare potenza di azione, perchè non sarà tenuta in egual conto la forza vitale?

Alla qual sentenza accostandoci, possiamo allora rappresentarci i diversi esplicamenti della forza aggregativa come un successivo ascendere della medesima nella sua virtù congiuntrice. Incominciando dall'accozzamento delle molecole omogenee, caso in cui è detta *coesione*, passa a produrre sopra superficie o particole eterogenee l'aderenza o la condensazione delle molecole disciolte o disgregate, facendosi così *adesione*; sale poscia a combinare per giusta apposizione le molecole eterogenee dei corpi e forma i composti minerali, diventando *affinità*; tocca la cima in fine, ordinando in foggia nuova le molecole eterogenee e componendone gruppi, che sono quelli che ubbidiscono al principio organatore, e si mostra come *forza organica*. Acciocchè la forza organica si svegli e compia i suoi effetti, abbisogna senza fallo del concorso di circostanze che le siano favorevoli in quella guisa che l'affinità per suscitarsi ha d'uopo della cooperazione degli agenti imponderabili, e l'attuarsi della ripulsione si lega necessariamente coll'afflusso del calorico.

Una molecola organica finchè soggiace all'imperio della vita, finchè sia intessuta negli organi di un essere vivente non ubbidisce che parzialmente alla potenza dell'affinità: anzi può affermarsi, che ad ogni atto di questa forza onde starebbe per cadervi

sotto, essa si rileva e tende a ristorarsene tentando di mantenersi nel grado di organica. Liebig è dell'avviso che la vita, cioè l'esistenza normale della compage organica di un essere qualunque, stia come nel mezzo dell'esercizio diverso e contrario delle due forze, l'organica e quella di affinità; che insomma corrisponda al punto d'equilibrio risultante dalle azioni diversamente dirette delle due. Se avvenga che si turbi l'equilibrio per la prevalenza di una delle due, incontanente la vita corre pericolo, che può essere grave o leggiero a norma dei casi. Il ritorno della salute o della vita allo stato regolare, significa il riconducimento delle due forze all'equilibrio di prima; sia che si faccia per virtù intima della macchina organata, la quale ne abbia la ragione nella propria robustezza e freschezza, sia che si procuri con aiuti esterni, quali sono i farmachi che per un effetto speciale si rivolgono a resuscitare le parti sofferenti, a revocare in atto insomma il regolare esplicamento delle due forze in quei luoghi ove patirono disturbo.

Un soverchio di forza organica può ingenerare nell'organismo prodotti che non si confacciano pienamente al buon andamento dell'intera economia vitale; un preponderare dell'affinità rende inette le materie organate a soddisfare ai procedimenti della vita, affievolendole o tramortendole, o perfino riducendole a morte, d'onde poi conseguita il loro dissolvimento e la corruzione. In casi di tal fatta nascono malattie, alle quali, alcune volte, si pone rimedio, ed alle quali, altre fiate, succede inevitabilmente la cessazione della vita; mancata la quale incomincia in breve l'alterazione delle parti organate e poscia la putrefazione, lo sfacelo, la disorganizzazione perfetta.

Tenendo dietro a passo a passo alla distruzione dei cadaveri, di animale o di pianta, si nota che le molecole organiche si disfanno per un regresso dei loro principii elementari a molecole minerali; scendendo gradatamente dalla scala organica e passando per intermedii, nei quali rappresentano un ordine di organicità inferiore a quello che occuparono in precedenza, e prossimo a taluno degli ordini delle composizioni minerali. Allorchè la disorganizzazione toccò al pieno, gli elementi di quelle molecole di alta organizzazione furono già restituiti alla condizione pura di materia bruta e presso a poco quali erano avanti che fossero stati introdotti a partecipare alla formazione di un essere organico.

La molecola organica, dacchè fu sottratta alla vita, non ha più altra ragione di persistere com'è, se non dall'inerzia stessa dell'aggregazione de' suoi componenti, dall'influenza conservativa del carbonio che vi sta come radice, e da qualunque affinità che si svegliò fra di essi nell'atto in cui si raccozzarono; egli succede da

ciò che, lasciata in balia delle forze minerali, loro resiste per un dato tempo, a loro cedendo poi finalmente, cioè quando i loro sforzi giunsero a vincere la resistenza che oppose per le cause annoverate. La qual cosa procede a somiglianza di quello che osservasi in parecchi corpi minerali, trasportati per influsso di circostanze peculiari ad un modo straordinario di essere; che permangono alquanto nello stato assunto dopo il ritorno alle circostanze comuni e ricuperano con lentezza la condizione ordinaria. Se ben ci sovvenga, ci fornisce un esempio di tal fatta il bioduro di mercurio, quando, ingiallito per lo scaldamento, dura giallo anche a temperie comune, nè ritorna al rosso (suo colore naturale) che entro lo spazio di ore o di giorni.

(23) La teoria propugnata da Liebig per ispiegare il magistero fermentativo non sembraci più sicura di quella che sostengono in contrapposto alcuni chimici francesi, contro la quale esso Liebig argomenta più innanzi (pag. 146, 147, 148, 149). Stando all'avviso del ch. Autore la fermentazione proverrebbe da moto dinamico di una sostanza alterabile, indotta ad iscomporsi dall'ossigeno, la quale stando mescolata con altra sostanza intatta, le trasfonderebbe lo stato proprio d'irrequietudine e di commozione e perciò la condurrebbe ad iscomporsi. Se ciò fosse, non avverrebbe mai fermentazione, se non qualora il fermento fosse in atto di metamorfosi o di alterazione; ma come, ciò ammettendo, si potrebbero spiegare le fermentazioni istantanee, ed in ispecie l'ammiddalica e la zicheasica, la prima delle quali si fa, di presente, in mezzo ad atmosfera d'idrogeno od anche in liquido contenente un solfato disciolto: e la seconda si compie immediata, coll'umore del fico ch'esce dall'albero misto a latte munto allora e condito previamente con acido solforoso? Nell'un caso e nell'altro non sapremmo d'onde l'ossigeno fosse tratto a provocare la scomposizione del fermento, d'onde si potesse arguire che questo avesse conquistata la facoltà di suscitare la scomposizione dell'ammiddalina e la coagulazione della caseina.

(24) Questa sostanza provocatrice della fermentazione dell'acido tannico ossia del tannino, fu estratta non ha guari dalle noci di galla, da Pelletier. È identica col fermento che fa trasformare certa sostanza dei frutti in materia gelatinosa, ed appellasi *pectasia*.

(25) In qualche caso la fermentazione è suscitata per converso da una sostanza non azotata che induce a fermentare una sostanza azotata. Così una certa resina esistente nella chinoidina è capace

di eccitarne la scomposizione e di farla trasformare in una materia bruna, non più alcaloidea.

(26) L'aroma del rum è prodotto dall'etere butirrico, od almeno da un principio somigliantissimo per fragranza a detto etere. Fatto sta, che ora si fabbrica il rum ad imitazione di quello di Giamaica, aromatizzando l'acquavita coll'etere mentovato.

(27) Pochi sono i fermenti capaci di produrre la scomposizione dell'ammiddalina; anzi molti di quei fermenti che in altri casi operarono efficaci come il latte di mandorle, si mostrano inefficaci qualora si sperimentino con quella sostanza. Il tuorlo d'uovo in cominciamento di alterazione è uno dei fermenti suscitatori della fermentazione ammiddalica. I semi di lino invece, potentissimi come il latte di mandorle alla fermentazione salicilica, sono poi inetti alla fermentazione ammiddalica.

(28) Il *presame* non coagula il latte perchè, come osserva il Liebig, esso trasformi lo zucchero di latte in acido lattico; d'onde poi la coagulazione della caseina o caseo; esso agisce direttamente sul caseo stesso e lo induce a rappigliarsi senza intermezzo di altra riazione. In effetto si consegue, con gagliardo presame, la coagulazione istantanea non solo, ma si riesce perfino alla coagulazione del caseo con presame alcalino, in seno di un latte alcalinulato a bella posta. In tal caso è evidente, che il presame non fa rapprendere il latte perchè ne muti l'alcalinità originale o la neutralità, in acidità successiva.

(29) La mucosa fresca dei vitelli possiede la facoltà di fluidificare la fibrina, ma non adopera così il presame che si prepara dai casari per la fabbricazione del formaggio. Tentando la prova con presame fortissimo, inacidulato con acido cloridico, non mai si venne a capo di conseguire la digestione artificiale.

(30) Ovvero col nuovo stato di fluidicabilità, di plasticità per così dire del fermento e delle mutazioni della sua facoltà di attrarre a sè per aderenza le sostanze eterogenee, ed in quell'atto provocarne la scomposizione.

(31) La perdita della facoltà fermentativa nei fermenti avviene allorquando si scaldino o disciolti od umidi. Ma se furono previamente seccati, in tal caso si conservano efficaci, o tutt'al più, soffrono indebolimento di azione.

(32) Oggi si comincia a conservare eziandio certi alimenti, che possono essere seccati o concentrati senza che patiscano grave alterazione, facendoli vaporare convenientemente fino ad un dato punto e poscia restituendo loro l'acqua perduta, quando si voglia metterli in opera. Partendo da questo principio si giunse a conservare egregiamente i legumi, seccandoli e comprimendoli ad un tempo; a rendere imputrescibile il latte, facendolo vaporare, già condito collo zucchero, fino a consistenza di materia soda; ad impedire la fermentazione del mosto, per tenerlo così fino a tanto che giovi di farlo mutare in vino.

(33) Il *cianogeno*, (sostanza composta di carbonio e di azoto) può dirsi un vero metalloido, poichè, entro dati limiti, ne imita perfettamente gli andamenti. Somiglia per molte proprietà caratteristiche al cloro, all' iodio ed al bromo, e può dirsi che s' infamiglia con essi. L'ammonio (idrogeno ed azoto), l'etilammonio (carbonio, idrogeno, azoto), sono due composti che hanno le qualità dei metalli, e dimostrano somiglianza col potassio e col sodio. L'ammonio è isomorfo con questi due metalli, e può surrogarli in varii sali, come il sesquiossido di ferro può surrogare l'allumina.

(34) Modernamente fu osservato che l'albumina del sangue non è identica, per le qualità, con quella dell' uovo. In effetto questa si coagula per l'agitazione e lo sbattimento, mentre l' altra resiste disciolta. Così paiono anche disformi nella facoltà di permeare per le membrane.

(35) Le sostanze grasse del sangue si compongono di oleina, di margarina, di colesterina analoga a quella del giallo d' uovo, e di lecitina che è una materia fosforata, e di cerebrina. Di esse, la sola colesterina si mostra disposta a cristallizzare. Per fermentazione forniscono acido oleico, acido margarico, acido fosfoglicerico ecc.

(36) È da dubitare se la fibrina sciolta dal nitro si trasformi in albumina, per il fatto solo che diventa coagulabile a 75°. Stando a questo carattere, direbbesi eziandio che la caseina si muta in albumina quando è sciolta nei sali alcalini neutri, perchè in tal caso diventa coagulabile dai 60 ai 70. Ma se trattisi con acido acetico, si fa precipitare, e si può raccogliere colle qualità proprie della caseina.

(37) La clorofilla o materia colorante dei vegetabili contiene del

ferro essenzialmente, secondo che fu dimostrato da Verdeil, come appunto è della ematosina o materia colorante del sangue.

(38) Il carbonio e l'azoto e singolarmente il primo, sono i due elementi, introdotti i quali nel dominio delle forze che agiscono organizzando, sviluppano, congiungendosi a pochi altri principii, tutte le sostanze d'indole o di composizione organica, dalle più semplici alle più complicate. Anzi il carbonio ha tale e tanta influenza nelle formazioni organiche, che qualcuno definì la chimica organica, la *chimica del carbonio*. Il progresso dalle molecole meno organizzate alle più organizzate si fa per uno spegnersi progressivo in esse di quelle proprietà onde si accostano di più ai composti minerali, e per un successivo manifestarsi di nuove e peculiari qualità, fra cui noleremo la poligamia, od indifferenza a combinarsi con corpi acidi, basici e neutri; la pseudosolubilità nei liquidi; la struttura otricolare, vischiosa e gommosa; la tendenza a fermare sopra di sè materie eterogenee in aderenza; la repugnanza a cristallizzare ecc.

(39) Ed anche per la singolare tendenza a coagularsi per opera del presame o caglio.

(40) Negli anni 1849 e 1850 Wille trovò che 1 milione di chilogrammi di aria forni 23 grammi, 73 di ammoniaca anidra, in termine medio; il massimo salì a 31 grammi, 71; il minimo discese a 17 grammi, 76.

Nel 1851 la media fu di 21 grammi, 10; il massimo di 27 grammi, 26; il minimo di 16 grammi, 52.

Questi risultamenti discordano già notevolmente da quelli di Grügen, Kemp e Fresenius, dell'ultimo dai quali Liebig citò i dati nei calcoli esposti nelle sue lettere.

Pochi giorni fa, Isidoro Pierre, presentò all'istituto di Francia una *Memoria* dalla quale è dimostrato, che in un primo corso di esperienze trovò per ogni milione di chilogrammi d'aria, 3 grammi 460 di ammoniaca; ed in un secondo corso non ne ricavò per un milione di chilogrammi di aria non più di 0 grammi 500 di ammoniaca.

(41) Le esperienze recenti di Wille hanno dimostrato evidentemente non essere l'ammoniaca l'unica sorgente dell'azoto delle piante. Nel 1851 e nel 1852 questo chimico sperimentò il germogliamento dei semi con aria priva affatto di ammoniaca, e trovò nelle piante germogliate 481 milligrammi di azoto di più di quello

che fosse contenuto originariamente nei semi. Oltre a ciò lo stesso si assicurò che le piante cresciute in mezzo ad aria comune, contenevano una copia maggiore di azoto di quello che fosse stato loro somministrato dalla composizione dei semi e dall' ammoniaca dell'aria in cui vissero. Ciò non toglie che l'ammoniaca non sia eccellente in date proporzioni ad attivare la vegetazione, rendendola florida e lussureggiante. Crediamo utile di riportare in breve le esperienze instituite all'effetto di conoscere l'efficacia dell'ammoniaca sulla vegetazione:

Avendo aggiunto 4 diecimillesimi di ammoniaca nell' aria, le piante a capo di otto o dieci giorni mostrarono di sentirne in modo manifestissimo l'influenza benefica. Le loro foglie di pallide che erano precedentemente divennero di un bel verde quasi nero; ed i loro pezioli si fecero lunghi, a superficie larga e splendida.

Le piante cresciute nell'aria ammoniacale produssero una raccolta assai maggiore di quelle di simili piante che vegetarono nell'aria pura, e col doppio di azoto ad uguaglianza di peso.

L'ammoniaca non solo aiuta la vegetazione, ma introduce l'azoto in copia maggiore nei vegetabili.

Col mezzo di questo agente si può non solo rendere attiva la vegetazione, ma se ne modifica il corso, si rallenta l'esercizio di certe funzioni, o si fa esagerare straordinariamente lo sviluppo o la moltiplicazione di dati organi.

Quando l'Autore fece crescere piante che distavano di qualche mese dal tempo di loro fioritura nell'aria ammoniacale, non osservò modificazione di sorta nell'andamento della vegetazione; sperimentando colle piante prossime a fioritura, si avvide che desse si fermavano tosto dal processo del loro sviluppo naturale, per rinnovare quasi un nuovo corso di accrescimento; il loro stelo si allungò notevolmente e ramificò per ogni verso, si coperse di moltissime foglie e quando la stagione non era troppo inoltrata, avvenne la fioritura, ma coi fiori sterili dal primo all'ultimo.

I cereali, cimentati in dette condizioni, non producono frutto.

La mancanza di frutti nelle piante che lussureggiavano soverchio per effetto dell'ammoniaca si spiega facilmente dalla nota legge dell'accrescimento organico, che ogniqualvolta una parte parziale od una funzione si sviluppa od esercita sregolatamente, le altre parti ed altre funzioni se ne risentono. Nelle piante vissute nell' aria ammoniacale avendo prevalenza la vegetazione dei rami e delle foglie, manca l'opera della riproduzione o fruttificazione.

In effetto tali piante, non appena furono esposte ai vapori ammoniacali, cessarono di svilupparsi nella via della fioritura, e ger-

mogliarono in nuove foglie, la cui generazione deve avere distrutto l'intero equilibrio delle funzioni vegetative e riproduttive.

È poi cosa naturale, come nota il Wille, che l'ammoniaca torni più proficua alle piante nello spazio che passa tra la germinazione e la fioritura, che non in quel tempo in cui stanno per apparire e maturare i frutti; imperocchè nel primo periodo l'attività vegetativa ha sede principalmente negli organi fogliacei, d'onde il pronto e facile assorbimento dei principii respiratori e nutritivi dell'aria mentre nel secondo periodo l'attività si concentra agli organi riproduttori.

L'Autore è dell'avviso che l'uso dell'ammoniaca gasosa diverrà proficuo nelle serre o serbatoi caldi delle piante esotiche; egli stesso ne tentò un esperimento che gli riuscì mirabilmente, mettendo in opera 0 gr., 025 di gas ammoniaco per ogni metro cubico di aria.

Durante i calori dell'estate l'ammoniaca può essere funesta alla vegetazione, come stimolo soverchio, ed allora giova sospenderne l'applicazione; per esempio nei tre mesi di giugno, luglio ed agosto. Le piante che ne soffrono lasciano cadere foglie ingiallite, increspate, secche, avvegnachè l'aria della serra abbondi di umido; in appresso muoiono.

(42) L'ossidulo di urano si comporta nei casi di combinazione come se fosse un corpo elementare, e però non è da meravigliare se lungamente fosse tenuto un corpo semplice. Peligot fu quello che ne dimostrò la composizione. L'azoturo di Titano ha l'aspetto, la forma cristallina, la struttura di materia metallica: onde i chimici, ingannati dalle apparenze, non pensarono mai ad analizzarlo. Fu Woeler che si accorse della composizione del medesimo, e ne definì la natura.

(43) Liebig allude alla dagherotipia, alla telegrafia elettrica, alla galvanoplastica, alla luce elettrica ed al fenomeno dei corpi in istato sferoidale. Abbastanza sono note le scoperte e le applicazioni della luce alla riproduzione delle imagini, e dell'elettrico alle precipitazioni metalliche, alle trasfusioni del pensiero, ed i tentativi instituiti per illuminare le città, perchè ci crediamo disobbligati di trattenervici sopra. Faremo solo un motto dello stato sferoidale. Un corpo liquido o fusibile gettato sopra una superficie arroventata ad un dato punto, si configura in una specie di sferoide, che vapora con lentezza, rivolgendosi sopra sè stessa con rapido movimento. Ella si circonda di un'atmosfera vaporosa, che di mano in mano si spicca ed espande, e che per la formazione successiva induce la

porzione liquida a girare intorno al proprio asse, e la sostiene sicchè non tocca la superficie arroventata. Se tolgasi per liquido l'acido solforoso contenente un po' di acqua e si versi sopra bacinetto contenuto in fornello mantenuto rovente, l'acido solforoso si conforma a sferoide, vapora con rapidità, per la vaporazione trasporta via molto calore ad una volta, e siccome toglie questo al l'acqua con cui è mescolato intimamente piucchè non alla bacinella ed alla mestola in cui è scaldato, così la raffredda di tanto, ch'essa scende a temperatura sufficiente per essere agghiacciata. È ad un dipresso il fac simile della nota esperienza di far gelare l'acqua nella macchina pneumatica per mezzo della vaporazione di una parte dell'acqua stessa, promuovendo la sollecita formazione del vapore con operare il vuoto e sottrarre il vapore di mano in mano che si genera.

(44) La vera scienza, non ottenebrata dalle passioni, conduce sempre alla riconferma dei grandi principii morali e religiosi.

(45) A dir vero la Chiesa non invase col dogma le regioni del sapere, ma piuttosto si volle mettere maestra e definitrice (travolta dall'uso esagerato della filosofia peripatetica) di questioni che sono di appartenenza della filosofia naturale, sulle quali la rivelazione stessa si tacque, lasciandole libere alle disputazioni della ragione umana. Il dogma restò sempre disgiunto dalle questioni secondarie.

(46) Notisi a questo proposito che l'autorità della Chiesa in fatto di definire le cose scientifiche non ha valore di fede anche presso di chi crede più strettamente. Essa medesima non pose mai tali definizioni fra i dogmi. Oltre a ciò, se una parte dei teologi spropositò talvolta in certe dottrine, altri si attennero in uno alle sane opinioni, per cui non fu mai unanime l'accordo in dispute che uscivano dalla cerchia dei principii cardinali di religione. Se alcuni accecati e furiosi perseguitarono il Galileo, altri lo difesero e divisero con lui la dottrina sostenuta. L'arcivescovo Piccolomini lo tenne presso di sè, nell'infortunio, cercando di alleviarne i dispiaceri, ed il P. Castelli celebre matematico e pio sacerdote gli fu sempre costante amico, ammiratore e seguace.

(47) Le due tendenze spesso oltrepassarono i limiti del convenevole, di guisa che taluno per troppo concedere alla natura venne poi fino a combattere le verità religiose, tenendo falso tutto quello che non le paresse concorde coi fatti naturali, mentre la contrad-

dizione o la discordanza proveniva piuttosto da un'imperfetta cognizione di questi o da una errata interpretazione dei testi scritturali. Così fece la riforma, la quale eziandio travalicò i limiti del dovere; non si contentò di gridare contro gli abusi, chè toccò eziandio ai dogmi, fondamento della fede, staccò parte dei cristiani dall'unità che li accoglieva in una sola famiglia, e così li divise e sminuzzò in tante credenze, da uscirne un numero tragrande di chiese diverse, ciascuno componente della quale, per la facoltà del libero esame, non forma niente meno che una chiesa a sè.

(48) La condanna di Galileo disonora l'Inquisizione, e dovrebbe aver aperto gli occhi a certi uomini, i quali accattano brighe con cose le quali non sono di loro competenza, per uno stemperato sentimento di predominare. Così ora vanno tramescolando questioni di politica colla religione, non si avvedendo che la religione scapita in cambio di guadagnarvi, e che preparano nuove ragioni di arrossire ai successori rinsaviti. E come le opere di Galileo furono già levate dall'*Indice*, così se ne vedrà talun'altra, di recente proibizione, cancellata da un catalogo che dovrebbe apporre il marchio, solo ai libri di morale perversa e di spiegata empietà.

(49) Per *sale* i chimici intendono ora un composto di un *acido* con una *base*; ma il sale marino consta per lo contrario della combinazione di due soli elementi, e però resta escluso dal numero dei veri sali.

(50) Ora vuolsi che in compagnia del ferro anche il manganese contribuisca essenzialmente alla constituzione del sangue, e perciò si introdussero in medicina i composti di manganese che si somministrano con quelli di ferro. Ferro e manganese sono due metalli che si assomigliano chimicamente per molti lati, e che si surrogano a vicenda nei composti cristallizzati e naturali, senza mutamento di forma cristallina. Le ceneri di molte piante contengono manganese; e questo metallo è forse diffuso nella natura organica tanto largamente quanto il ferro, quantunque in dose assai minore, e però meno discernibile.

(51) Il corpo animale essendo un laboratorio di distruzione, tende sempre a sminuire l'organicità dei composti che introduce come alimenti, e non mai li rialza da un basso ad un più alto grado di organamento. I vegetabili operano il contrario.

(52) Fu in Inghilterra che otto anni fa fu proposto il metodo di

panificazione, in cui si voleva sostituire l'acido cloridico ed il bicarbonato di soda al sale comuno ed ai gas sviluppati nella fermentazione. Preparavasi la farina con acido cloridico diluito, e si lasciava a sè, per qualche tempo; poscia quando volevasi ridurre in pasta, le si aggiungeva soluzione di bicarbonato di soda. La viscosità della pasta impediva la pronta riazione tra l'acido ed il bicarbonato; ma non appena ponevasi a cuocere, tosto l'azione del calore la provocava, d'onde s'ingenera sale marino che restava a dar gusto alla pasta, ed acido carbonico, che tendendo a sprigionarsi in forma di bolle ampliticate dallo scaldamento, le levava qua e là, nell'interno, e così rendevala gonfia e spugnosa. Erasi calcolato che la farina, per la fermentazione propria, perdesse tanto di materia volatilizzata, da averne compenso coll'uso dell'acido cloridico e del bicarbonato di soda, sostanze assai più costose del sale marino. Anche attualmente, in qualche panatteria inglese si procede con questo metodo.

(53) In Francia fu presentato sino dall'anno scorso all'accademia delle scienze il glutine di frumento, ricavato dalla farina da cui si estrae l'amido, proponendolo appunto come alimento, per mescolarlo cioè con farina di cereali poveri di sostanza glutinosa, e comporne così un pane più nutritivo.

(54) Quest'opinione fu propugnata principalmente da Couerbe in una sua Dissertazione intorno ai componenti della materia cerebrale. Indagini più moderne di altri chimici dimostrarono non essere relazione di sorta tra il fosforo della materia cerebrale e l'ingegno.

(55) Stando alle indagini di Hunt l'albumina, il caseo o caseina, la fibrina, la gelatina e simili corpi sarebbero appunto una specie di composti copulati, come gli alcali organici, prodotti dall'unione intima di una parte degli elementi dell'ammoniaca coll'amido o con uno degli zuccheri.

(56) Quando si abbia ammoniaca, che è un composto d'idrogeno e di azoto, facciasi in modo che una parte o tutto l'idrogeno sia dislocato dalla combinazione coll'azoto, e gli si sostituiscano quantità equivalenti di carburi d'idrogeno, sia di un solo carburo, sia di due e di tre, si riesce alla formazione di sostanze, le quali hanno grande somiglianza cogli alcali organici. Da ciò la giusta speranza di essere posto nell'uso di preparare artificialmente gli alcaloidi naturali.

(57) La teoria di Liebig sulla fermentazione forse non resiste a prova di critica meglio di quello che faccia la teoria di Cagniard-Latour e Turpin, combattuta dallo stesso Liebig. In effetto, nelle fermentazioni il fermento dovrebb'essere sempre un corpo in istato di scomposizione, mentre si hanno casi nei quali ragionevolmente si può conghietturare che il fermento non versi in tale stato. Così ad esempio, nelle fermentazioni istantanee, operate anche in presenza di agenti antisettici, non saprebbesi in qual modo immaginare che il fermento stia scomponendosi, non avendovi ragione nè manifesta nè supponibile che ne provochi l'alterazione.

(58) Potrebb' essere che la forma globulare dell' infusorio proprio del lievito avesse una data influenza al disdoppiamento delle molecole zuccherine, senza che in effetto ne sia l'unica causa provocatrice, nè che operi per opera di funzione della vita propria. Agirebbero insomma come minuzzoli di materia forniti di adesitività, e perciò attraenti in particolar modo le molecole zuccherine, che a quell' atto dell' attrazione patirebbero un tale discquilibrio da restarne scomposto.

(59) Che le molecole siano in istato di movimento intimo non può negarsi; ma puossi affermare che dal solo movimento meccanico di esse provenga l' effetto fermentativo?

(60) Formiato di metilo è l' etere metiloformico, ossia un composto di acido formico (acido delle formiche) coll'etere semplice che si ricava dallo spirito di legno (alcoole metilico). Formiato di etilo è l' etere vinoformico, ossia un composto di acido formico coll' etere semplice che si ricava dallo spirito di vino (alcoole comune).

(61) Altri chimici ammettono che nel latte si ottenga, oltre la caseina o caseo, anche un'albumina, che sarebbe quella la quale si coagula quando si versa aceto nel siero di formaggio, scaldato fino a bollizione.

(62) L' amido della dalia è detto *inulina*, e quello dei licheni *lichenina*. Si agguagliano perfettamente per la composizione all' amido ma ne differiscono per alcune qualità. A cagione di esempio mentre l' iodio colora di azzurro l' amido in qualunque stato lo trovi, tinge di giallo l' inulina, e non colora la lichenina, se non che la inazzurra quando essa sia in forma di gelatina.

(63) Non combinazioni chimiche nel significato stretto del vocabolo, ma aderenza intima, come nel caso di una piccola quantità di resina all' acido benzoico non cristallizzabile (Vedi *Principii elementari di Chimica organica* di F. Selmi, pag. 55, 56).

FINE.

BIBLIOTECA NAZIONALE V. E. III NAPOLI

516673

INDICE

LETTERE PRIME

LETTERA PRIMA

Influenza delle scienze naturali sul commercio e sull' industria. — Conseguenze della scoperta dell'Ossigeno. — Metodi d' investigazione degli astronomi e dei fisici. — Metodo dei chimici. — Analisi chimica. — Chimica applicata. — Influenza della chimica nelle investigazioni che hanno per oggetto i fenomeni della vita . . pag. 1-18

LETTERA SECONDA

Falsa maniera degli antichi nell'osservare i fenomeni della natura. — Idee esatte dei fenomeni della natura. — Servono di appoggio alle verità del Cristianesimo. — Meditazioni sulle maraviglie della natura. — Conoscenza della natura, fonte della conoscenza di Dio. 19-23

LETTERA TERZA

Delle forze chimiche. — Affinità. — Combinazioni chimiche. — Metalli e metalloidi. — Effetti del calore sulle combinazioni chimiche. — In qual modo si distrugge la coesione — Soluzione, mezzo potente di analisi . . . 24-31

LETTERA QUARTA

Misura e peso degli elementi che si combinano: principale soggetto di riflessione pei chimici. — Proporzioni chimiche. — Segni chimici. — Peso di un composto. — Equivalenti. — Equivalenti di un ossido metallico. — Equivalenti di un acido. — Formole chimiche . pag. 39-40

LETTERA QUINTA

Cause delle proporzioni chimiche. — Teoria atomica . 41-48

LETTERA SESTA

Alcune considerazioni di più sugli atomi. — Forma degli atomi. — Forma dei cristalli. — Cristallizzazione confusa dei sali; sua cagione; forma uguale dei cristalli, ed eguale costituzione atomica. — Isomorfismo. — Peso specifico. — Volumi degli atomi 49-62

LETTERA SETTIMA

Apparecchi chimici. — Materiali di cui sono composti. — Vetro. — Gomma elastica. — Sughero. — Platino. — La bilancia. — Gli elementi degli antichi. — Lavoisier ed i suoi successori. — Studio degli elementi della terra. — Produzione sintetica dei minerali; quella dell'azzurro. — Chimica organica 63-67

LETTERA OTTAVA

Del cangiamento di forme, cui soggiace la materia. — Trasformazione dei gaz in liquidi ed in corpi solidi. — Dell' acido carbonico. — Sua proprietà allo stato solido. — Condensazione dei gaz, operata dai corpi porosi; dal platino poroso. — Importanza di questa proprietà nella natura 68-73

Digitized by Google

LETTERA NONA

Fabbricazione della Soda col sal marino — La sua importanza pel commercio e per le arti. — Vetro. — Sapone. — Acido solforico. — Raffinamento dell'argento. — Imbianchimento. — Commercio dello zolfo . pag. 74-83

LETTERA DECIMA

Connessione fra la teoria e la pratica. — Impiego del magnetismo come forza motrice. — Rapporti fra il carbone e lo zinco, come sorgenti di forza motrice. — La fabbricazione dello zuccaro di barbabietole è impolitica. — Gaz per l'illuminazione. 84-92

LETTERA UNDECIMA

Isomeria, ossia identità di composizione nei corpi che differiscono riguardo alle loro proprietà fisiche e chimiche. — Cristallizzazione. — Amorfismo. — Isomorfismo, ossia uguaglianza di forma nei corpi di composizione diversa 93-97

LETTERA DUODECIMA

Influenza delle forze meccaniche sulla formazione, e sulla decomposizione delle combinazioni chimiche. — Azione del calore sull'affinità. — Composizione complicata delle sostanze organiche comparativamente a quella delle sostanze minerali. — Cause della pronta decomposizione di queste ultime. — Calore, causa determinante della forma delle combinazioni minerali. — Calore, luce e sovratutto forza vitale, cause determinanti della forma delle combinazioni organiche 98-106

LETTERA DECIMATERZA

Metamorfosi delle combinazioni organiche, sottratte all' influenza della forza vitale. — Fermentazione, putre-

fazione, combustione lenta. Il movimento è la causa di questa metamorfosi. — Fermentazione del sugo di uva. — Lievito di birra. — Metamorfosi dell'aldeide. — Fermenti in generale. — Il modo di fermentazione dipende dall'aggruppamento degli atomi, che si vanno trasformando. — Fermentazione alcoolica. — Fermentazione vischiosa. — Formazione dell' acido lattico, dell' acido butirrico, e del sapore dei vini. — Etere acetico. — Etere butirrico. — Etere enantico. . . . . pag. 107-118

LETTERA DECIMAQUARTA

Proprietà della *caseina* delle piante e degli animali. — Maniera di essere della caseina vegetale colla silicina; saligenina. — Maniera d'essere della caseina vegetale coll'amigdalina; formazione dell'acido prussico, e dell'olio di mandorle amare. — Azione della caseina vegetale sulla senapa nera; produzione dell'essenza di senape. — Il glutine, le pelli animali, il lievito, agiscono come la caseina delle piante. — Preparazione del formaggio. — Proprietà dei fermenti di render fluido il bianco di uovo, ecc. 129-131

LETTERA DECIMAQUINTA

L'infracidamento è una combustione lenta. — L' imbianchimento della tela all'aria aperta è un'applicazione industriale di questo fenomeno. — Fabbricazione della birra e del vino. — Formazione dell'aceto . . . 132-142

LETTERA DECIMASESTA

Influenza dell' ebullizione sulla facoltà che possedono le sostanze organiche, di fermentare, o di marcire. — Metodo del sig. Gay-Lussac per la conservazione delle sostanze organiche. — Ipotesi sulla fermentazione, e sulla putrefazione. — Funghi del lievito, causa della putrefazione. — Svolgimento d'ossigeno per mezzo dell'acqua, che contiene sostanze organiche. — Esperienze di Rum-

ford, di Pfankuch, di Woelher, dei signori Carlo ed Augusto Morren . . . . . pag. 143-156

LETTERA DECIMASETTIMA

Rapporti della chimica colla fisiologia. — Classificazione degli alimenti in alimenti di nutrizione, ed in alimenti di respirazione. — Azione dell'ossigeno atmosferico. — Equilibrio fra il carbonio e l'ossigeno . . . pag. 157-162

LETTERA DECIMOTTAVA

Calore animale; sue leggi, e sua influenza sulle funzioni dell' economia animale. — Perdite e riparazione. — Influenza del clima. — Sorgenti del calore animale. — Influenza dell' ossigeno nelle malattie. — Respirazione. 163-171

LETTERA DECIMANONA

Alimenti. — Punti costituenti del sangue: fibrina, albumina, sostanze minerali. — Identità di composizione della fibrina e dell'albumina. — Rapporti fra l'economia animale e l'organizzazione vegetale 172-179

LETTERA VENTESIMA

Sviluppo dell'organismo degli animali. — Destinazione del butirro e del latte. — Metamorfosi delle sostanze formate. — Alimenti dei carnivori. — Nutrimento del cavallo. 180-185

LETTERA VENTESIMAPRIMA

Applicazione dei sovraespesti principii all'uomo. — Classificazione degli alimenti dell' uomo. — Uso della gelatina 186-190

LETTERA VENTESIMASECONDA

Circolazione della materia nel regno vegetale ed animale. — L'Oceano. — L'agricoltura. — Ricomposizione dell'equilibrio nel suolo. — Cagioni dell' impoverimento del terreno. — La Virginia; l'Inghilterra. — Restituzione operata dalle ossa. — Non basta l'esperienza nell'agronomia; necessità dei principii scientifici. — Influenza dell' atmosfera. — Parti saline e terrose del suolo . . pag. 191-198

LETTERA VIGESIMATERZA

L'agricoltura considerata come arte e come scienza. — Necessità delle nozioni chimiche per apprezzare i procedimenti agronomici 199-203

LETTERA VIGESIMAQUARTA

Effetti del maggese. — Impiego della calce. — Effetti dell'argilla cotta, della marna 204-208

LETTERA VIGESIMAQUINTA

Natura ed effetti del concime. — Decomposizione delle sostanze vegetali. — Escrementi. — Efficacia degli escrementi dei diversi animali, come concime 209-215

LETTERA VIGESIMASESTA

Sorgente del carbonio e dell'azoto nelle piante. — La quantità di carbonio somministrata dalle foreste e dai prati, che non ricevono sostanze minerali, prova che il carbonio proviene dall'atmosfera. — Rapporti fra i principii del suolo, il carbonio e l'azoto. — Azione dell'acido carbonico e dell'ammoniaca contenuti nel concime. — Necessità delle sostanze minerali nella produzione dei principii del sangue. — Necessità delle ricerche analitiche pei progressi dell'agricoltura. 216-230

Digitized by Google

LETTERE SECONDE

LETTERA PRIMA

Storia della Chimica. — Origine della Chimica moderna. — Scopo principale delle prime ricerche chimiche. — Primo periodo: Alchimia. — Pietra filosofale. — Cagioni della credenza alla trasmutazione dei metalli. — Utilità dell'alchimia per avere eccitato le menti alle ricerche. — Opinioni moderne. — Sulla possibilità di alcune importanti scoperte. — Secondo periodo: Chimica flogistica. — Coordinamento dei fatti secondo le analogie. — Terzo periodo: Chimica antiflogistica. — Uso delle misure e dei pesi nello apprezzare i fenomeni . . pag. 233-256

LETTERA SECONDA

Segue la storia della Chimica. — Fallace direzione degli scienziati nel medio evo; influenza della Chiesa. — Progresso determinato da importanti scoperte sulla terra e nel cielo, dalla stampa, e da un miglior metodo d'investigazione. — Opinione di Aristotele sull'origine e sulle proprietà dei corpi. — I quattro elementi. — Sistema medico di Galeno; sue opinioni sull'efficacia dei rimedii. — Si adottano tre nuovi elementi, solfo, mercurio e sale. — Mutazione del primitivo significato di queste parole. — Virtù mediatrice della pietra filosofale. — Introduzione dei prodotti chimici nella Terapeutica. — Paracelso. — Analogia fra le opinioni dei medici moderni o quelle di Galeno e di Paracelso. . . . 257-278

LETTERA TERZA

Composizione della carne. — Fibrina, Albumina, estratto di carne. — Preparazione della carne; bollitura, arrostimento. — Composizione del brodo. — Creatina, crea-

tinina, inosite, acido, lattico.—Efficacia del brodo estratto dalla carne; tavolette di brodo. — Gelatina . . pag. 279-288

LETTERA QUARTA

Ceneri della carne e del brodo. — Carne salata. — Differenze fra i principii minerali delle carni. — Ferro contenuto nella carne e nel sangue. — Carne di pesce. — Confronto fra le sostanze azotate dell'economia animale rispetto alla composizione 289-300

LETTERA QUINTA.

Grano, farina, pane. — Succedaneo del pane in tempo di carestia. Glutine, lievito, crusca 301-309

LETTERA SESTA

Effetto degli alimenti sulle funzioni materiali ed intellettuali dell'uomo. — Vino, acquavita, thè, caffè . . 310-318

LETTERA SETTIMA

Bisogni dell' uomo. — Confronto fra l' economia umana e l'economia sociale 319-326

LETTERA OTTAVA

Formazione delle sostanze organiche per mezzo dell' acido carbonico, dell'acqua e dell'ammoniaca. — Eliminazione dell'ossigeno. — Combinazione delle sostanze organiche per accoppiamenti. — Corpi copulati. — Metamorfosi cui soggiacciono le sostanze organiche sottratte all' influenza della forza vitale. — Primo impulso dato dall' ossigeno dell' aria. — Propagazione del movimento molecolare che ne risulta. — *Fermentazione, putrefazione.* — Natura dei fermenti. Influenza della temperatura sulla natura dei prodotti della fermentazione. — Influenza delle

Digitized by Google

sostanze estere. — Cagione dell'odore e del sapore dei vini 327-342

LETTERA NONA

Fenomeni dell'economia vivente, che hanno relazione colla fermentazione e putrefazione. — Trasmissione di questi stati di decomposizione nelle sostanze che costituiscono l'organismo. — Miasmi, principii contagiosi. — Vegetali ed animaletti prodotti nella fermentazione e putrefazione. —Esame microscopico e chimico del lievito di birra e della feccia del vino. — Teoria dei parassiti. — Malattie contagiose 343-355

LETTERA DECIMA

Rapporti della chimica colla filosofia. — Differenze fra il linguaggio chimico ed il linguaggio fisiologico. — Urina, bile, sangue — Forze attive dell'economia animale. — Effetti ancora inesplicabili. — Cristallizzazione del solfato di soda ; condensamento dei vapori di iodio sulle incisioni. 356-369

LETTERA UNDECIMA

Via da seguirsi per determinare le leggi della natura. — Rapporti fra il punto di ebollizione e la pressione dell'atmosfera, fra il punto di ebollizione e la composizione dei liquidi. — Rapporti fra le capacità calorifiche ed i numeri proporzionali. — Questioni, la cui risoluzione la Fisiologia attende dall'Anatomia e dalla Chimica. — Significato delle formole chimiche . . 370-382

LETTERA DUODECIMA

Respirazione. — Circolazione del sangue. — Contatto dell'ossigeno col sangue nei polmoni. — Cangiamento di colore del sangue. — Composizione dell'aria inspirata e dell'aria espirata. — Reazioni chimiche provate dal san-

gue nella respirazione. — Influenza che hanno sulla respirazione le proporzioni di ossigeno e di acido carbonico contenuti nell' aria. — Asfissia nell' aria alterata dalla respirazione; mezzo di prevenirla. — Diminuzione del volume dell' aria nella respirazione. — Quantità di calore svolta dalla respirazione. — Rapporti fra le funzioni del polmone, dei reni, e del fegato. . . . . pag. 383-401

LETTERA DECIMATERZA

Alimenti. — Albumina, base degli alimenti; fibrina della carne, caseina. Analogia di alcuni principii vegetali con queste sostanze animali. — Glutine, legumina, albumina vegetale; loro composizione e loro proprietà. — Identità dei loro prodotti di decomposizione. — Alimenti plastici. 409-412

LETTERA DECIMAQUARTA

Parti non azotate degli alimenti. — Zuccaro di latte, zuccaro d'uva, zuccaro di canna, amido, destrina. — Azione della saliva sull' amido. — Grassi. — Legge d' istinto. — Quadro dei rapporti fra le parti plastiche e le parti non azotate degli alimenti. — Effetti degli alimenti nell'organismo. — Azione delle parti plastiche degli alimenti. — Esse sono inette a mantenere la respirazione. — Azione delle parti non azotate degli alimenti. — Agenti della respirazione. — Effetti dell' ossigeno sovra di essi. — Formazione del grasso — Valore di varie sostanze come agenti della respirazione. 413-436

LETTERA DECIMAQUINTA

Influenza dei sali sulla nutrizione. — Composizione delle ceneri del sangue, paragonate colle ceneri degli alimenti. — Influenza dell' alcalinità del sangue. — Azione dell'acido fosforico nell' organismo. — Identità di azione dei fosfati e dei carbonati alcalini. — Rapporti di dipendenza fra i principii minerali del sangue ed i principii minerali degli alimenti. — Passaggio dei principii mi-

Digitized by Google

nerali dal sangue nell'orina e negli escrementi. — Orina acida ed orina alcalina. — Combustione degli acidi organici determinata dell' alcali del sangue. — Presenza dell'acido urico nell' orina. — Acido fosforico nell'orina e negli escrementi. — Sal ma rino contenuto nel sangue. — Effetti del sal marino sulle so stanze azotate in soluzione sull' urea e sullo zuccaro. — Utilità che doriva dall' aggiungere sale al foraggio. — Maniera con cui le membrane animali si comportano coll'acqua salata 437-468

Discorso pronunciato da Giusto Liebig in occasione che aperse il corso di Chimica sperimentale nell' Università di Monaco. 469-485

Annotazioni 487-508

Digitized by Google

516673

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google